

Flavio Russo

# FIORI DELLA PIETRAIA

INVENZIONI E  
SVILUPPO DELLE  
TECNOLOGIE  
DURANTE LA  
GRANDE GUERRA





FIORI  
DELLA  
PIETRAIA





Flavio Russo

# **FIORI DELLA PIETRAIA**

**INVENZIONI E SVILUPPO DELLE TECNOLOGIE  
DURANTE LA GRANDE GUERRA**

**STATO MAGGIORE DELLA DIFESA**

PROPRIETÀ LETTERARIA

*Tutti i diritti riservati.*

*Vietata anche la riproduzione parziale senza autorizzazione.*

© 2015 • Ministero della Difesa

Ufficio Storico del V Reparto dello SMD

Salita S. Nicola da Tolentino, 1/B - Roma

[quinto.segrstorico@smd.difesa.it](mailto:quinto.segrstorico@smd.difesa.it)

ISBN 978-88-95430-96-6

*Copia esclusa dalla vendita*

*Grafica ed impaginazione: Giorgio Alaia*

## PRESENTAZIONE

La Grande guerra non fu soltanto un evento bellico di inaudita violenza e di terrificante atrocità, connotazioni queste purtroppo non rare, anche se in misura minore, nei conflitti di ogni epoca. Fu anche, soprattutto per l'Italia, un drastico salto epocale, una discontinuità storica che scandì il passaggio da una società eminentemente contadina e scarsamente istruita ad una a prevalente vocazione industriale con una vigorosa propensione allo studio. Il fenomeno, che non trova un esatto equivalente nelle altre nazioni belligeranti, essendo le condizioni del nostro Paese le più arretrate, ricevette dalla guerra una straordinaria spinta propulsiva che valse a farle rimontare la sua secolare abulia.

È stato scritto da illustri studiosi che la guerra, per alcuni versi, è un modo di costringere due popoli a conoscersi e a superare così le reciproche diffidenze: la constatazione che, in genere, gli ex nemici divengono poi amici sembra confermare la tesi, peraltro perfettamente compresa ed applicata dagli antichi Romani. Nella fattispecie il popolo italiano fu messo per la prima volta realmente a contatto con quelli delle altre nazioni europee, alleate

o nemiche che fossero, e ne trasse le debite conclusioni. Occorreva procedere a tappe forzate in ambito culturale, occorreva accentuare la già ampia propensione all'industrializzazione, occorreva incoraggiare e sostenere l'emancipazione femminile che muoveva i suoi primi passi, lasciando prefigurare l'introduzione di nuovi valori nella asfittica società post unitaria.

La guerra superò così le limitazioni e le incongruenze millenarie e, appoggiandosi sempre più vistosamente alla tecnologica, suggerì prima ed impose poi un nuovo modello sociale ed umano. L'esito si confermò, negli anni seguenti, non tradito. Il secolo precedente del resto aveva abituato ad un continuo progresso scientifico e tecnologico che, tuttavia, sembrava confinato in ristretti ambiti, un po' come avvenne per la grande rivoluzione ellenistica: nonostante la grandiosità delle scoperte e delle invenzioni, ben poco venne modificato della vita quotidiana e delle sue miserie.

La Grande Guerra rese disponibili e necessarie per tutti scoperte che da decenni languivano inutilizzate: basti al riguardo pensare ai Raggi X, oggi imprescindibili per

qualsiasi diagnosi; o ancora all'impermeabile che dopo una lunga premessa conobbe la diffusione generalizzata e persino il successo della moda che persiste tutt'oggi, dopo aver protetto i fanti dalla pioggia nel fango delle trincee. Simile, in sostanza, anche la trasformazione di bombardieri dismessi in aerei di linea, aprendo così le vie del cielo ai passeggeri civili.

Un fermento di idee, spesso neppure del tutto nuove, ma divenute tali per l'inusitata diffusione avuta nel corso del conflitto. Altre invenzioni, poi, del tutto inedite, esito della fantasia di tanti stimolati dalle necessità della guerra stessa, si ritaglieranno ruoli che ancora perdurano nella nostra vita quotidiana e di cui le istanze genetiche sono ormai completamente dimenticate o rimosse. Mi piace al riguardo, ricordarne alcune tra le minime, come le lamette da barba, o i tubetti di alluminio, quelli dei dentifrici come delle pomate più disparate, o ancora dell'umile cerniera lampo che oggi serra anche le tute degli astronauti!

Questo volume, dunque, ben si colloca nell'ambito delle iniziative nazionali, di cui la Difesa è uno dei promotori,

finalizzate a commemorare il centenario di questo terribile conflitto, che irruppe nel corso della storia mondiale in un modo così invasivo da mutarne radicalmente l'evoluzione, come mai si era visto prima.

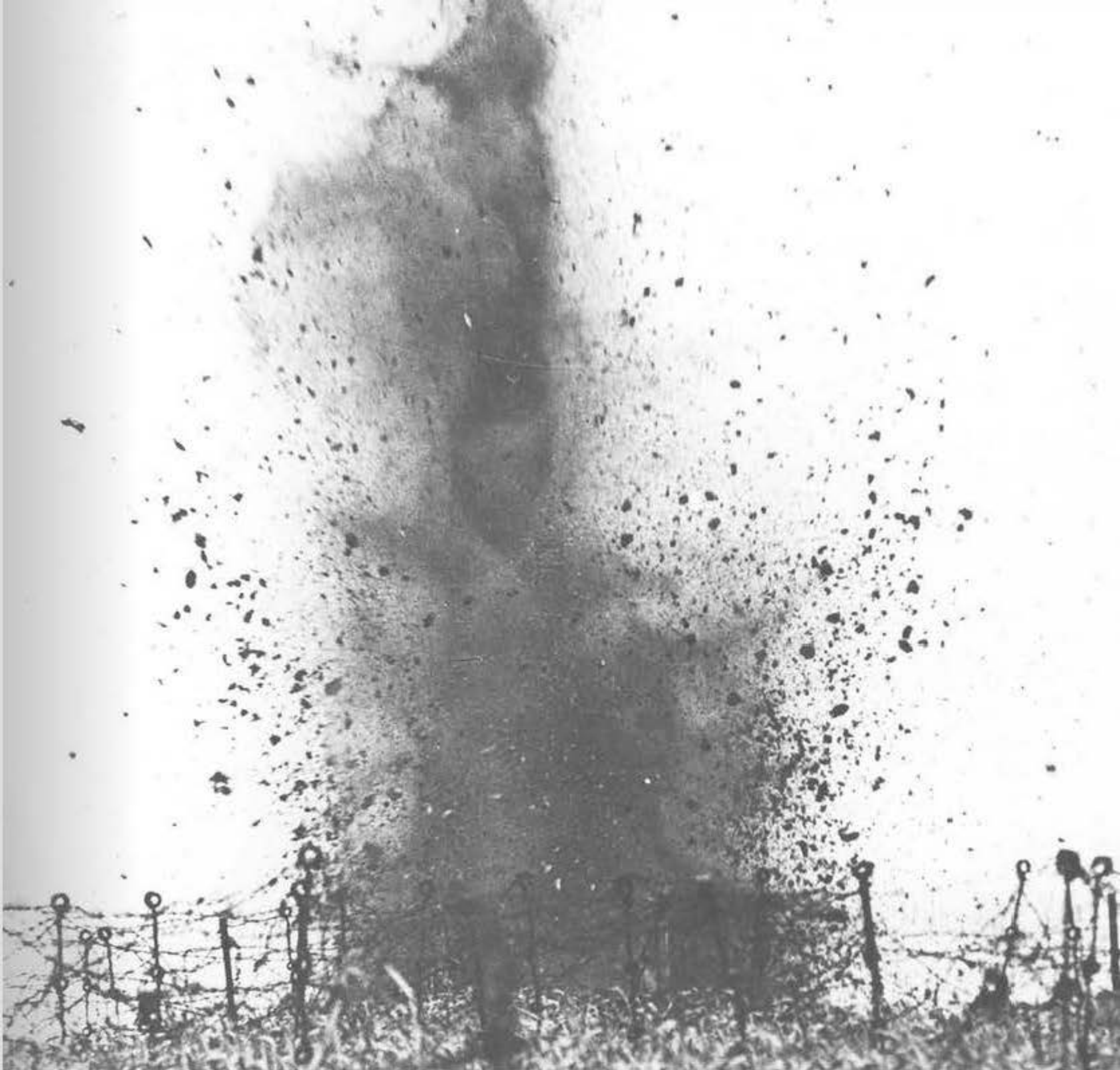
In conclusione, evidenzio come l'autore, con un'immagine suggestiva, abbia voluto paragonare l'insieme di queste scoperte ed invenzioni ad altrettanti fiori sbocciati in contesto altamente improbabile come una pietra, e pietraia fu sempre considerato l'altopiano carsico, vero calvario dei nostri antenati con le stellette. E forse in questa apparente contraddizione sta la grandezza del genere umano e della sua componente militare: saper far tesoro e trasformare in risorsa fondamentale ciò che ha debuttato o si è affermato come foriero di morte.

Col. Massimo BETTINI

*Capo Ufficio Storico  
dello Stato Maggiore Difesa\**

\* Già Presidente CISM, rappresentante della Difesa per la storia militare nei consessi nazionali e internazionali. In applicazione del D. L. n. 95 del 6 luglio 2012, convertito in legge dall'art. 1, comma 1, L. 7 agosto 2012, n. 135 l'Ufficio Storico dello SMD sostituisce la CISM in tutte le sue funzioni e attribuzioni, senza soluzione di continuità, quale unica legale istituzionalità rappresentativa a livello nazionale ed internazionale.





**Premessa**



## PREMESSA

La Storia tramanda numerose invenzioni e scoperte che, elaborate per tornare utili all'umanità, vuoi alleviandone la fatica quotidiana, vuoi attenuandone la precarietà esistenziale, vuoi esaltandone la capacità di apprendimento, finirono in breve tempo per trasformarsi in micidiali armi per la guerra. Non sapremo mai quando la ruota fu inventata, ma è ragionevole ritenere che l'evento precedette di poco la nascita del carro, la cui più antica testimonianza iconica rimonta al 3000 a.C.: poco tempo dopo compare, modificato e reso idoneo al combattimento, divenendo perciò un antesignano carro armato! Da veicolo di lavoro a macchina di morte, forse ben al di là della volontà dei suoi originari ideatori o, forse, già da loro elaborato sin dalla messa a punto ottimale per quella precisa destinazione, quasi una sorta di maligna mutazione all'indomani dell'invenzione. Metamorfosi non infrequenti neppure ai giorni nostri, che contribuisco-

no ad esasperare la tragedia della guerra. Lo esemplificano in maniera emblematica due invenzioni ottocentesche, destinate, nella mente dei rispettivi ideatori, entrambi filantropi, la prima a incrementare il benessere e l'altra a cancellare i conflitti. Nel 1874 Joseph Glidden, un poliedrico inventore statunitense, richiese ed ottenne il brevetto per due fili di ferro intrecciati e muniti di spine di ferro a scansione regolare, e fissate alternativamente su entrambi. Lo scopo che quella sua creazione tendeva a garantire era un forte incremento della produzione di grano, per poter così contrastare la fame e le ricorrenti carestie, esito a suo parere conseguibile tenendo a debita distanza le mandrie bovine dai campi coltivati. Come pure impedendo alle stesche di disperdersi o agli indiani di farne razzia, assicurando in ambedue le circostanze l'aumento dei capi di bestiame e quindi una loro più economica commercializzazione. In un caso o nell'altro,







dall'utilizzo di quel filo pungente ormai prodotto a migliaia di chilometri a bassissimo costo, sarebbe scaturito un generalizzato grande benessere!

Profezia avveratasi solo in parte: i campi coltivati senza dubbio produssero più grano, sebbene il filo spinato non assurse mai a spauracchio dei bovini, né meno che mai degli indiani. Divenne, però, l'incubo dei fanti della Grande Guerra, moltissimi dei quali agonizzarono a lungo, impigliati e feriti, tra le sue spire spazzate dalle mitragliatrici, invocando vanamente il soccorso che nessuno poteva prestargli!

Persino più significativa la vicenda della seconda celebre invenzione, escogitata da un pacifista, il cui nome è oggi associato a un prestigioso riconoscimento, elargito a quanti

si siano distinti nei vari ambiti del sapere in favore dell'umanità: Alfredo Nobel e la sua creazione, la dinamite. Lo studioso aveva osservato, nelle ricerche con il chimico Ascanio Sobrero, inventore della nitroglicerina, gli ingentissimi rischi derivanti dall'uso della stessa, tremendamente instabile e facile ad esplodere con inaudita violenza ma pressoché indispensabile nei grandi lavori edili, e riuscì a mutarne la eccessiva reattività in una tranquillizzante inerzia! Il plastico miscuglio da lui inventato e battezzato dinamite, non sarebbe più esplo-

so accidentalmente, ma solo tramite una energica sollecitazione dei fruitori, divenendo in tal modo indispensabile e sicura, persino, nei trafori e nelle miniere. Si rese però conto che, riempiendo i proietti d'artiglieria di dinamite, se ne sarebbe accresciuta a dismisura la letalità mortifera, e reputò che proprio questa tragica peculiarità, non appena constatata, avrebbe imposto la pace ai belligeranti sconvolti dall'entità insostenibile delle perdite.

*In alto: Carro a ruote piene trainato da onagri proveniente da Ur risalente al 2700 a.C.*

*In basso: Il cosiddetto 'Stendardo di Ur' reperto sumero risalente al 2500 a.C. ritrovato intorno al 1928, e custodito attualmente nel British Museum di Londra*





Anche in questo caso la profezia fallì miseramente: conosciamo purtroppo il risultato e questo costituisce un lugubre precedente per ogni velleitaria affermazione che l'eccessiva, o inumana, letalità di un' arma possano bastare a impedire eventuali futuri conflitti!

Al di là dei menzionati esempi, e di altri ancora logicamente affini, è facile osservare che sono però innumerevoli volte più numerose le invenzioni e le scoperte nate ed elaborate per la guerra che finirono, e finiscono, per trasformarsi in proficui congegni per la vita, ausili imprescindibili per il quotidiano lavoro e persino per la sopravvivenza. La stessa micidiale nitroglicerina, ovviamente in piccolissime dosi dell'ordine del milligrammo, viene adoperata nella terapia dell'*angina pectoris*, agendo da dilatatore delle vene in generale e delle coronarie in particolare! Strumenti e ritrovati perciò dalla duplice e antitetica natura, che dalla preistoria in poi dapprima accrebbero l'atrocità dei conflitti, estendendone progressivamente le sofferenze anche ai non combattenti, ma che poi, in un secondo momento, si confermarono imprescindibili per innalzare il tenore di vita, moltiplicando le risorse e, non di rado, sconfiggendo l'ancestrale violenza dell'indigenza. Riducendo ad aforisma quanto delineato, risulta evidente che il coltello che può uccidere è lo stesso col quale ogni giorno si taglia il pane! Del resto, per ripugnante che possa sembrare, lo stimolo e la finalità primaria dell' evolversi della tecnologia fu per lo più squisitamente militare, triste conclusione ovviamente non condivisa da tutti gli studiosi che, comunque, nella stragrande maggioranza concordano sul ruolo propulsivo dalla guerra.



Nella pagina precedente: Parata di carri da guerra sumeri, raffigurati sullo Stendardo di Ur

In alto: Dettagli dei carri da guerra sumeri della metà del III millennio a.C.

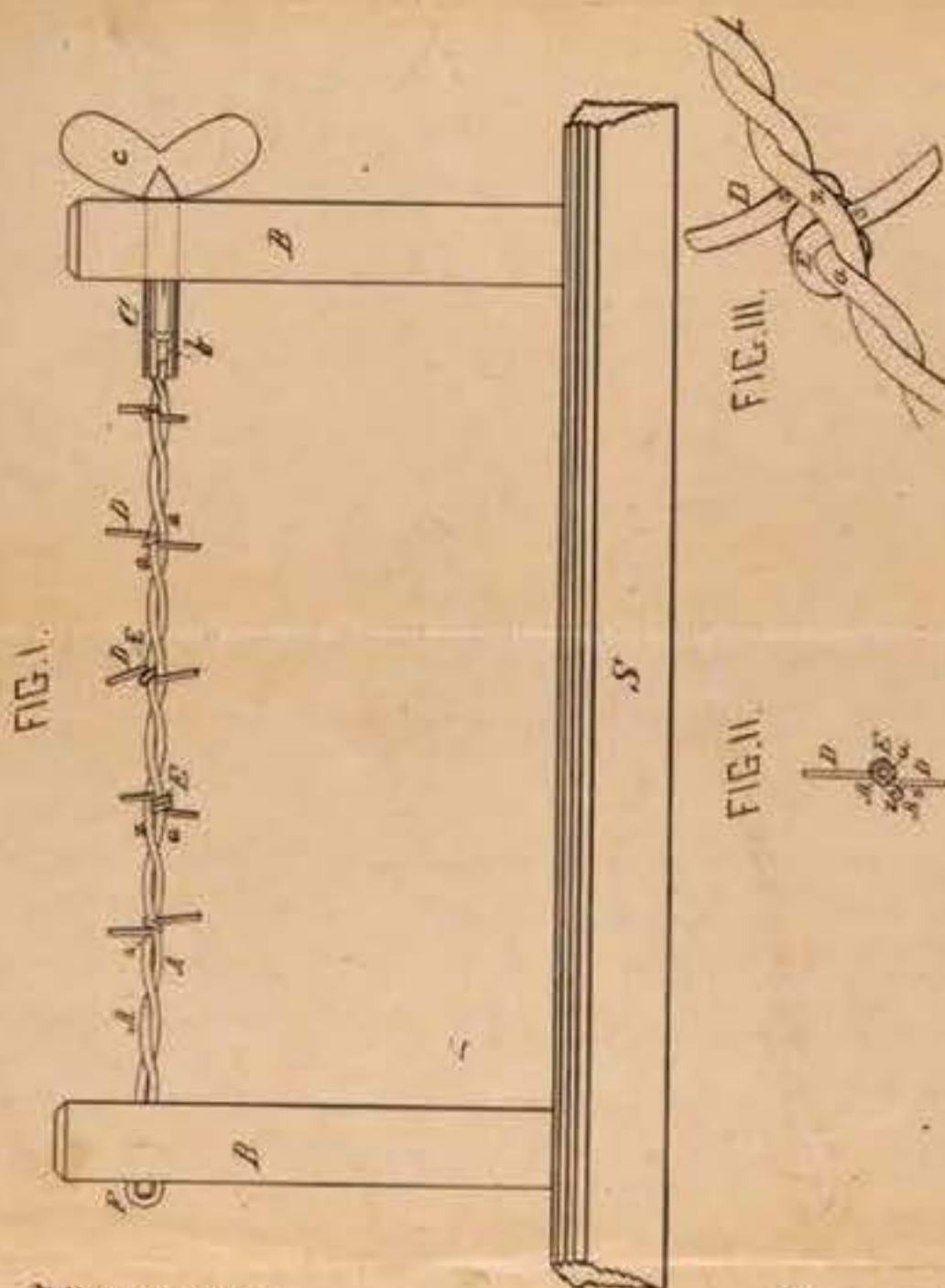


J. F. GLIDDEN.

Wire-Fences.

No. 157,124.

Patented Nov. 24, 1874.



Witnesses:

J. N. Ellis &  
G. G. Bellows

Inventor:

Joseph F. Glidden,  
By E. J. Chapin  
Atty.

Per essi, infatti: “la tecnica e l’ingegneria non furono gli unici fattori che contribuirono allo sviluppo della scienza, né la scienza fu l’unica fonte della tecnica, a parte le esperienze pratiche. Ambedue i campi sono intimamente connessi con le altre attività umane, concorrono al loro progresso e insieme ne traggono alimento, in un reciproco scambio. Ambedue possono ricevere impulso dalla guerra, ma non bisogna dimenticare che i risultati così acquisiti appartengono al ristretto campo dell’arte militare e che le nuove armi, o altre invenzioni ottenute ad alti costi e con gran dispendio, avrebbero potuto essere fatte in tempo di pace con molto minor spesa.”<sup>1</sup> Il ragionamento della citazione, anche a voler ignorare il vanificante *avrebbero potuto esser fatte*, del tutto assurdo in storiografia, ha un rilevante errore d’impianto: supporre, cioè, che il coinvolgimento della tecnologia e dell’ingegneria in ambito bellico si sia sempre e soltanto limitato alle armi o ai congegni di loro stretta per-



tenenza. La realtà, invece, risulta di gran lunga più ampia e variegata, concernendo, prima ancora delle armi propriamente dette, l’intero comparto produttivo, in ogni suo snodo, essendo in ultima analisi l’istituzione militare una sorta di piccola società, completa di ogni funzione e bisogno di quella statuale di provenienza.

1 Da R. J. FORBES, *L'uomo fa il mondo*, Torino 1960, p. 22

Alla pagina a sinistra: Brevetto rilasciato nel 1874 per l’invenzione del filo spinato

In alto: Prima guerra mondiale: un carro trainato da una pariglia di buoi e condotto da tre donne che trasporta fasci di filo spinato  
In basso: Sassari, Museo Storico Brigata Sassari: soldati uccisi dopo essere rimasti impigliati nei grovigli di filo spinato





# LA TRIBUNA ILLUSTRATA

ABBONAMENTI  
Nel Regno ..... Anno L. 5.—  
All'Estero ..... » 7.50

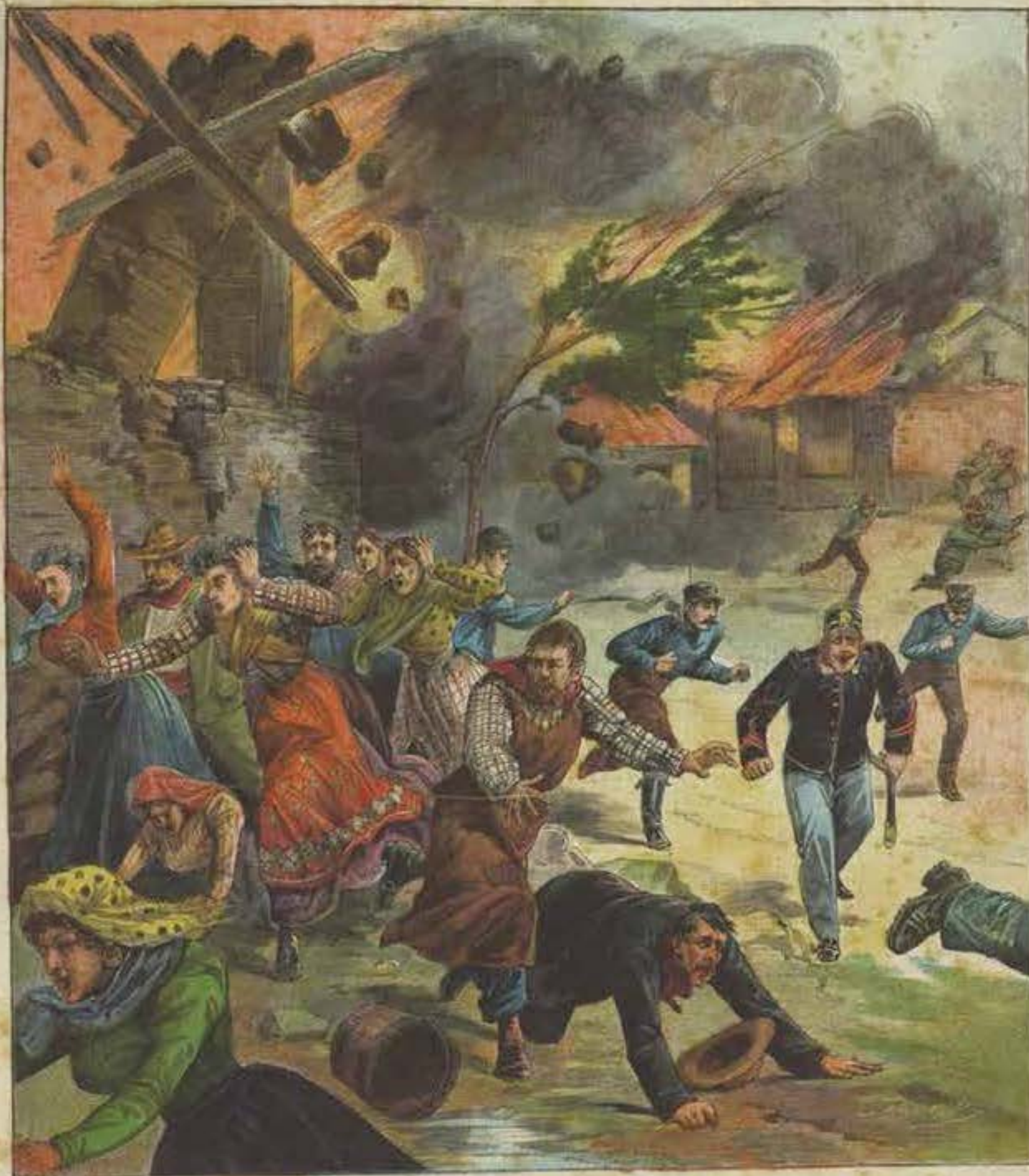
Il numero cent. 10  
(Tiratura: 125.000 copie)

## della Domenica

ANNO VIII

Roma, Domenica 28 gennaio 1900

N. 4



IL DISASTRO DI AVIGLIANA — IL DINAMITIFICIO SALTA IN ARIA.

(Disegno di S. Gualdani — Incisione di E. Bernasconi).



Volendo esemplificare, è risaputo che la comunissima scatoletta di cibo fu un'invenzione stimolata e sperimentata per disporre nel corso dei combattimenti di razioni alimentari a lunga conservazione, facili da trasportare e pronte per l'uso. Certamente la tecnologia sarebbe, prima o poi, pervenuta a un identico risultato, indipendentemente dall'esigenza militare, ma fu quest'ultima a precederla, al pari della quasi totalità dei casi! E se la dinamica evolutiva appena delineata si ravvisa alle spalle di innumerevoli invenzioni e scoperte, dall'apparente destinazione 'civile', assurge ad esclusiva, e non potrebbe essere altrimenti, nella elaborazione di nuovi armamenti e sistemi d'arma, non di rado archetipi poi di intere tipologie di applicazioni e derivazioni civili. Conclusioni meno sommarie, in ulti-

ma analisi, si attingono non fermandosi alle più evidenti e note realizzazioni: l'autoveicolo, ad esempio, sembra -e non mancano gli autori che lo hanno affermato nei loro scritti, del tutto esente da trascorsi bellici, essendo stato inventato in uno dei rari intervalli pacifici degli ultimi due millenni in Europa. Anzi, se mai, sarà la guerra ad avvalersi della sua esistenza e della fiorente industria che iniziava a produrlo, tant'è che nelle: "grandi manovre del 1905 erano state utilizzate le 'automobili da viaggio' e le 'automobili da trasporto a vapore' ed sperimentate le 'automobili da trasporto a benzina' con motore Fiat 24HP mod.1903, con risultati promettenti."<sup>2</sup> E tante altre date ancora, che concordando tutte con la cronologia dell'esordio civile dell'automobile, sembrano perciò avallare la fondatezza dell'affermazione, tutte certo tranne una: il primo veico-

Alla pagina a sinistra: Copertina de *La Tribuna* illustrata del 28 gennaio 1900, che raffigura l'esplosione della fabbrica di dinamite di Avigliana. In basso: Giovani operai impiegate in uno stabilimento per la produzione di proiettili d'artiglieria

2 Da N. PIGNATO, F. CAPPELLANO, *Gli autoveicoli tattici e logistici del R.Esercito Italiano fino al 1943*, Roma 2005, tomo primo, p. 23.







lo semovente, approssimato, rozzo, di infima validità ma capace di muoversi autonomamente fu il celebre carro di Joseph Nicolas Cugnot, finanziato e costruito come trattore d'artiglieria nel 1771 e, sempre per quel medesimo scopo sin dal 1859 fu: "brevettata in Piemonte la prima «locomotiva a treno stradale» per uso militare... In Italia le locomotive a vapore [del genere n.d.A] furono sperimentate a varie riprese dal 1873 fino all'ultimo decennio del secolo soprattutto per iniziativa del celebre generale e ministro Cesare Ricotti Magnani. Erano acquistate generalmente in Gran Bretagna."<sup>3</sup> E se mai permanesse qualche dubbio su quella lontana paternità a fugarlo basterà ricor-

3 Da L. CEVA, A. CURAMI, *La meccanizzazione dell'Esercito fino al 1943*, Roma 1994, tomo primo, p. 18.



dare che il primo motore termico a combustione interna fu il cannone, dal quale derivò il motore a idrocarburi, non a caso definito a scoppio!

È indubbio che, al pari dell'autoveicolo, all'inizio della prima guerra mondiale molte invenzioni e scoperte vantassero già una discreta anzianità, e in molti casi una genesi decisamente civile, ma tale periodo per queste non si era dimostrato sufficiente né alla diffusione né a una più ampia adozione nei rispettivi ambiti. I raggi X, sempre per esemplificare, furono scoperti da Rontgen nel 1895, e nonostante l'ampio risalto dato all'evento e alle sue intuibili possibili applicazioni, non esercitarono sulla maggioranza dei medici alcuna suggestione capace di incentivarne l'adozione clinica.

E quella presunta irrilevanza richiese più di venti anni per avviare un drastico ripensamento, maturatosi soltanto fra gli orrori delle infermerie e degli ospedali da campo. Anche l'aereo volò, se così può definirsi il goffo salto di pochi metri compiuto il 17 dicem-





bre del 1903 dal rudimentale aquilone a motore dei fratelli Wrioth, oltre un decennio prima di quel fatale 1914, ma fu solo dopo la fine della guerra che, per l'abbondanza di velivoli ormai inutili<sup>4</sup> e per la loro superiore affidabilità nel frattempo conseguita negli scontri aerei, che decollò, anche in senso letterale, l'aviazione civile! La stretta relazio-

4 Cfr. AA.VV., *Storia dell'Aviazione*, Milano 1974, vol. II, a p. 249 è riportato il seguente brano di un articolo del: «*Corriere della Sera*» del 5 maggio 1919 [che così recitava:] «Un gigantesco triplano da bombardamento, trasformato in apparecchio da trasporto, ha eseguito ieri il suo primo volo nel cielo di Milano. L'apparecchio ha una comoda ed elegante cabina capace di 18 passeggeri, mentre altre sei persone possono prendere posto insieme ai piloti sopra la stessa cabina in una specie di imperiale. Nel suo volo maestoso e durato lungo tempo, l'apparecchio di abbassò qualche volta sopra la città tanto che si poteva distinguere benissimo la spaziosa cabina con i passeggeri.» Al riguardo precisava l'ing. Caproni: «In Italia... fui certo il solo che seppe far fronte alla nuova situazione lanciandomi coraggiosamente verso l'aviazione civile che non avevo mai perso di vista, neppure durante gli anni febbrili della guerra e ne fanno fede gli apparecchi Ca. 48 e Ca. 49 progettati e costruiti fra il 1917 e la primavera del 1918. L'avvento della pace trovò perciò i miei stabilimenti intenti alla trasformazione degli apparecchi militari in civili e allo studio di nuovi tipi di apparecchi meglio adatti allo scopo.»

In alto a destra: Il triciclo a motore, motorwagen del 1886 prodotto dalla Benz

In alto a sinistra: L'automobile Benz Velo modello del 1894

In basso a destra: L'automobile Mercedes simplex 508 del 1906

Alla pagina a sinistra

In alto: I primi barattoli per la conservazione dei cibi e una delle prime bottiglie utilizzate per la conservazione a lungo termine di alimentari

In basso: Il carro semovente a vapore di Cugnot

ne tra ricerca scientifica e tecnologia militare e tra quest'ultima e le utilizzazioni civili, cioè quella sorta di simbiosi tra scoperta-invenzione e applicazione, non può reputarsi una peculiarità degli ultimi due secoli, risalendo alla più remota antichità. Infatti da quando: «la scienza esiste, la tecnologia militare è sempre stata una motivazione e una applicazione importate. In particolare la meccanica elaborata intorno al Seicento e la meccanica ellenistica appaiono collegate con le principali applicazioni militari delle due epoche, cioè armi da fuoco e catapulte. Nel primo caso







la meccanica non può intervenire sull'energia impressa al proiettile (che dipende da una reazione chimica che sfugge alla scienza quantitativa dell'epoca) e gli scienziati si concentrano sul moto del proiettile. E' ben noto, infatti, che la scoperta delle leggi del moto dei gravi fu stimolata in modo essenziale dal problema di determinare le traiettorie dei proiettili. All'epoca delle catapulte, invece, il proiettile è spinto da una forza di natura elastica, che può essere calcolata e modificata con i metodi scientifici dell'epoca. Anche se non è chiaro perché non vi fosse un interesse a studiare la traiettoria del proiettile (ma siamo certi che non vi fosse?), la lettura delle opere ellenistiche di tecnologia militare dimostra che la meccanica archimedeica aveva im-

In alto: La prima radiografia eseguita da Roentgen alla mano della moglie (ben evidente l'anello) a confronto con un'attuale radiografia.



portanti applicazioni alle armi da getto. La rilevanza della scienza per la tecnologia militare realmente usata è provata non solo dall'efficacia delle armi progettate scientificamente, ma anche dal fiorire della trattatistica sulla tecnologia militare.<sup>5</sup> I trattati tecnici inerenti alla scienza ed alla tecnologia militare, infatti, non mancavano già nell'antichità classica, come del resto non mancano attualmente ricerche sulla storia della scienza e della tecnologia, anzi ne sono stati pubblicati talmente tanti da poter riempire intere biblioteche, opere non di rado pregevolissime e di assoluta attendibilità con analisi e valutazioni di rilevante spessore. E proprio dalle pagine di questi testi si evince che, da sempre, sui campi di battaglia scoperte e invenzioni si av-

5 Da L. RUSSO, *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*, Terza edizione Milano 2003, p. 136



vicendano e si moltiplicano senza soluzione di continuità, fungendo così da battistrada per il progresso umano.

Occorre, tuttavia, fare subito una basilare distinzione fra invenzione e scoperta per evitare deleterie confusioni. Giustamente è stato osservato che: "la storia della conquista della natura da parte dell' uomo è la storia delle sue scoperte e invenzioni più che delle sue azioni politiche. La sua conoscenza della natura e la sua filosofia della vita ne hanno determinata la prassi. Progredendo nella conoscenza di quel che oggi chiamiamo scienza applicata, egli rafforzava il suo dominio sulla natura. In nessun campo dell'attività umana possiamo, con maggior proprietà parlare di evoluzione. Nel mondo dello spirito idee e dogmi sono sorti e

tramontati, ma la conquista umana della natura è stata ascesa costante."<sup>6</sup> A voler essere pignoli è proprio nello sfruttamento delle risorse della natura, piuttosto che nel suo dominio, utopico e tracotante traguardo risoltosi spesso in catastrofi, la vera ragione della conflittualità in ogni epoca. Quando l'utilizzo delle diverse fonti energetiche non primarie era pressoché ignoto, fu l'esigenza di braccia servili<sup>7</sup> a muovere la cupidigia e prima ancora, la fertilità spontanea dei terreni a incentivare le conquiste. In un caso e nell'altro aggredire e resistere alle aggressioni innescarono l'esigenza di armi sempre più potenti e di fortificazioni sempre più co-

6 Da R. J. FORBES, *L'uomo fa...*, cit. p. 15

7 In merito cfr. Y. GARLAN, *Guerra e società nel mondo antico*, Imola 1985, pp. 66-68. Ed ancora cfr. E. M. STERMAN, M. K. TROFIMOVA, *La schiavitù nell'Italia imperiale*, Perugia 1975, pp. 13-71

In alto: 17 dicembre 1903 l'aereo Flyer dei fratelli Wright si solleva da terra





riacee,<sup>8</sup> e i suggerimenti si colsero proprio nella circostante natura, dai denti dei grossi carnivori al carapace delle testuggini. Il processo, apparentemente scontato e rapido, in realtà fu estremamente complesso e duraturo, poiché anche: “il più semplice strumento, fatto con un ramo spezzato o una pietra scheggiata, è il frutto di una lunga esperienza, di prove e d’errori, d’impressioni osservate, ricordate e confrontate. L’abilità per farlo è stata acquistata mediante osservazione, ricordo ed esperimento. Può sembrare un’ esagerazione, ma è tuttavia vero che ogni strumento è un concretizzarsi di scienza. Perché è un’applicazione pratica di esperienze ricordate, confrontate e raccolte, dello stesso genere di quelle che sono sistemate e riassunte nelle formule, descrizioni e regole scientifiche.”<sup>9</sup>

8 Sulla vicenda evolutiva della fortificazione cfr. F. RUSSO, *Ingegno e paura. Trenta secoli di fortificazioni in Italia*, Roma 2005, vol. primo, pp. 5-65.

9 Da V. G. CHILDE, *Il progresso nel mondo antico*, Torino 1975, p. 5.

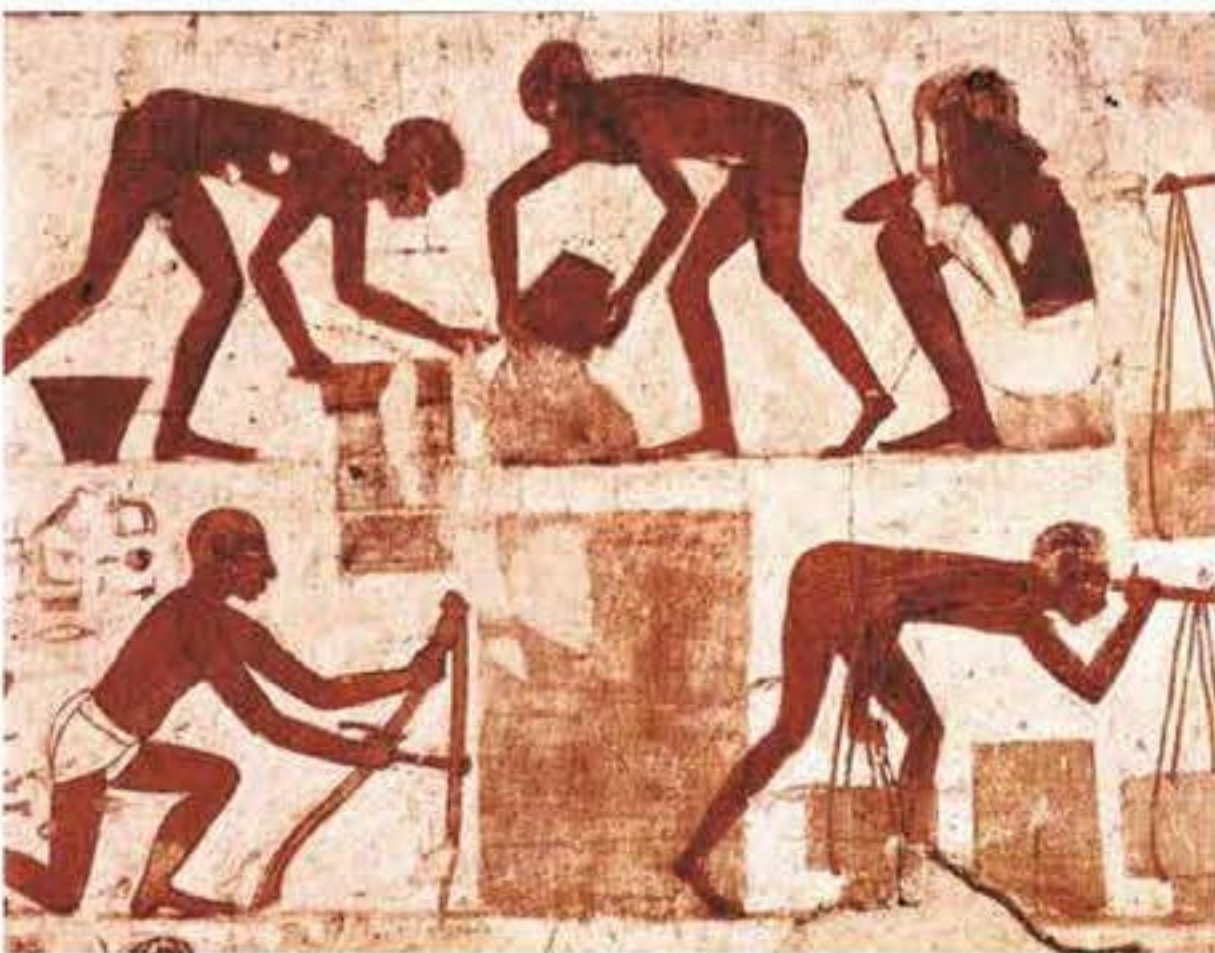
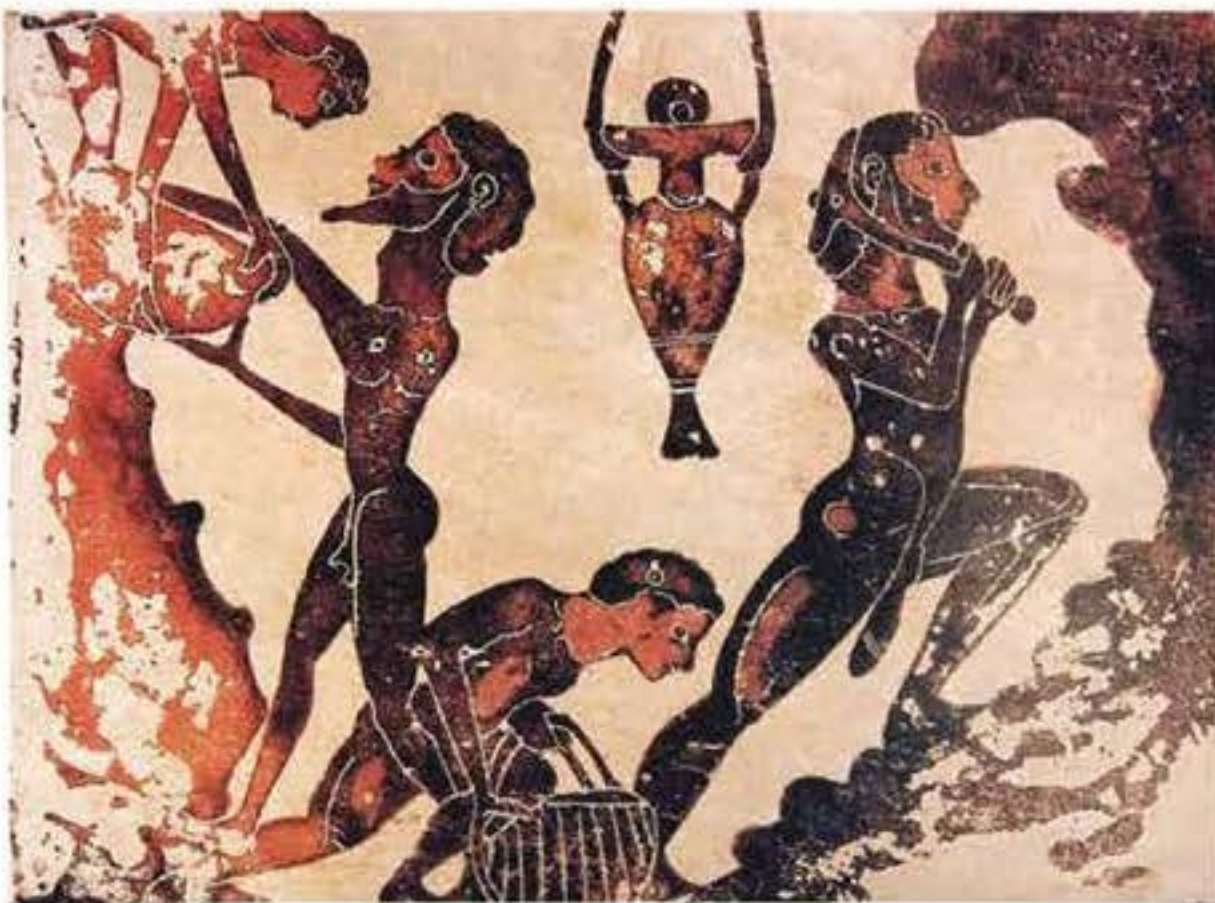
Al riguardo potrebbe quasi individuarsi una sorta di procedura schematica che, partendo dalla osservazione di un fenomeno naturale, ne indaga il manifestarsi, fino a comprenderne la dinamica, la scoperta teorica, quindi ne elabora e sperimenta le diverse applicazioni, le invenzioni pratiche. Solo raramente queste sembrano ostentare una genesi accidentale e autonoma, scaturita da un puro lampo di genio, esito peraltro più frequente nell’età contemporanea. Le invenzioni, poi, quale che ne fosse la modalità d’origine, col loro continuo moltiplicarsi e costante diversificarsi formarono l’archivio culturale della tecnologia, presupposto di base per la sua evoluzione. Pertanto: “ogni scoperta e invenzione, ogni osservazione ed esperimento aggiungeva qualcosa al complesso del sapere. Un dato o una tecnica possono rimanere inutilizzati per anni e sembrare dimenticati, ma il loro ricordo rimane e fa parte della sempre crescente eredità sociale.”<sup>10</sup> Sempre più spesso,

10 Da R. J. FORBES, *L’uomo fa...*, cit. p. 15.



con l'avanzare delle conoscenze, si assiste nella nostra odierna realtà al confondersi dei sempre più labili confini tra scoperta ed invenzione, tra creazione ed ideazione, al dissolversi dell'una nell'altra, dando in tal modo vita a un singolare ibrido creativo di indistinguibile provenienza.

Sappiamo tutti che scoprire significa letteralmente sollevare il velo che nasconde un qualcosa la quale, priva di questa copertura, sarebbe evidente nella sua concreta connotazione. Accezione che, in maniera figurata, suggerisce le preesistenza dell'oggetto, sia pure in maniera mimetica. Discorso antitetico per l'invenzione, la cui etimologia insiste nella voce verbale latina *invenio* che, invece, definisce il trovare, nella fattispecie con l'ingegno, quindi l'ideare. Tuttavia non si può negare che già nel verbo inventare sussiste anche il senso di ritrovare, cioè di riconoscere qualcosa che, magari parzialmente, esiste in molteplici realtà separate e distinte. L'invenzione, pertanto, sarebbe una sorta di medievale chimera, un mostro mai esistito composto però di pezzi anatomici reali e concreti, che finiscono per dargli una autonoma identità, in ultima analisi un processo che può relazionarsi ad una creazione di secondo ordine, ottenendo non già dal nulla, precipuo della creazione propriamente detto, ma dall'elaborazione dell'ingegno quella indubbia novità. Per gli antichi tale affinità non esisteva affatto: ingegno derivava certamente dal vocabolo latino *genius*, e questo a sua volta da un etimo che risulta ancora evidente in italiano, essendo il medesimo del verbo *generare* o dei vocaboli *origine*, *genealogia*, *genitale*, *ginecologia*, ecc., tutti in qualche modo attinenti alla origine fisica, alla nascita, al dare alla luce. Derivano, infatti, dal sanscri-



In alto: Minatori al lavoro

In basso: Lavoro servile presso di Egizi

Alla pagina a sinistra: Operaie in una fabbrica di munizioni: da notare le cinghie di trasmissione per il moto delle singole macchine





to *gene*, dal chiaro significato di partorire, mettere al mondo, dare alla luce qualcosa che non è mai esistito sino allora. E, per estensione fisica, *gene* designa la donna l'essere umano preposto a generare i nuovi esseri umani, e per estensione figurata, l'ingegnere, il professionista abilitato a generare le nuove invenzioni: la prima grazie al seme maschile, il secondo grazie alle nozioni scientifiche. Qui, alla fine, i termini assumono la loro esatta valenza distintiva, poiché se tecnica è arte spinta ai limiti delle capacità manuali e profes-

sionali, ingegneria è capacità speculativa, spinta al limite della creazione del nuovo. Per i Greci, infatti, *tèchné* definiva qualsiasi arte, intesa però non come espressione della sensibilità creativa quale noi oggi la intendiamo, ma come semplice capacità professionale o mera abilità di mestiere, accezione analoga a quella di artigiano o tecnico. Anche in questo caso, a voler risalire più indietro, troviamo che la radice *tak*, in sanscrito *tak-s*, aveva il significato generico di fare, fabbricare, produrre costruire, voce di cui si trova una estrema traccia nel vocabolo architetto, dove *archi* sta per *arci*, superiore o principale, e *tetto* per costruttore o tecnico: alla lettera, un più assonante *arcitecnico*, il costruttore principale. Ingegnere ed architetto divengono così gli estremi delle due attività produttive umane, speculativa almeno in origine la prima, applicativa sempre in origine la seconda. In entrambi i casi, tuttavia, non si tratta di scienza pura ma della sua applicazione, dell'elaborazione di conoscenze empiriche e deduttive, finalizzate o comunque utilizzate per costruire realtà diverse e diversamente utili e proprio perciò lontanissime dalla purezza della scienza. Si spiega così il disprezzo con il quale fu a lungo riguardata la professione di ingegnere, a torto o a ragione, ritenuta responsabile della profanazione della scienza con applicazioni pratiche, per giunta di utilizzo bellico.

L'apporto concomitante di scoperte ed invenzioni ha sempre prodotto, in tempi più o meno ravvicinati al loro diffondersi, delle mutazioni culturali e sociali, tanto più rilevanti quanto più stravolgente ne fosse la portata, conseguenze non di rado nitidamente percepibili soltanto mol-

In alto: Ostia Antica: bassorilievo raffigurante una partoriente assistita dalle levatrici





ti anni dopo. Ovvio, allora, che le principali sollecitazioni alle suddette mutazioni derivino dalle scoperte ed invenzioni militari, essendo quelle dalle quali dipese spesso il corso della Storia ed il destino dei popoli. Circa le mutazioni provocate, indotte o sviluppate nel corso della Grande Guerra, queste possono, per ampia schematizzazione, essere raggruppate in due tipologie: quelle squisitamente tecnologiche, le più facili da individuare e comprendere, e quelle sociali, non di rado innescate dalle prime, senza dubbio le meno vistose in fase iniziale, ma le più ricche di esiti in grado di condizionare la dinamica umana nelle sue più pregnanti peculiarità. Pur aventi entrambe come finalità il miglioramento della vita, in ogni sua manifestazione, sembrerebbero a prima vista nettamente estranee fra loro, e solo dopo una meno epidermico approccio se ne coglie in pieno la stretta interdipendenza.

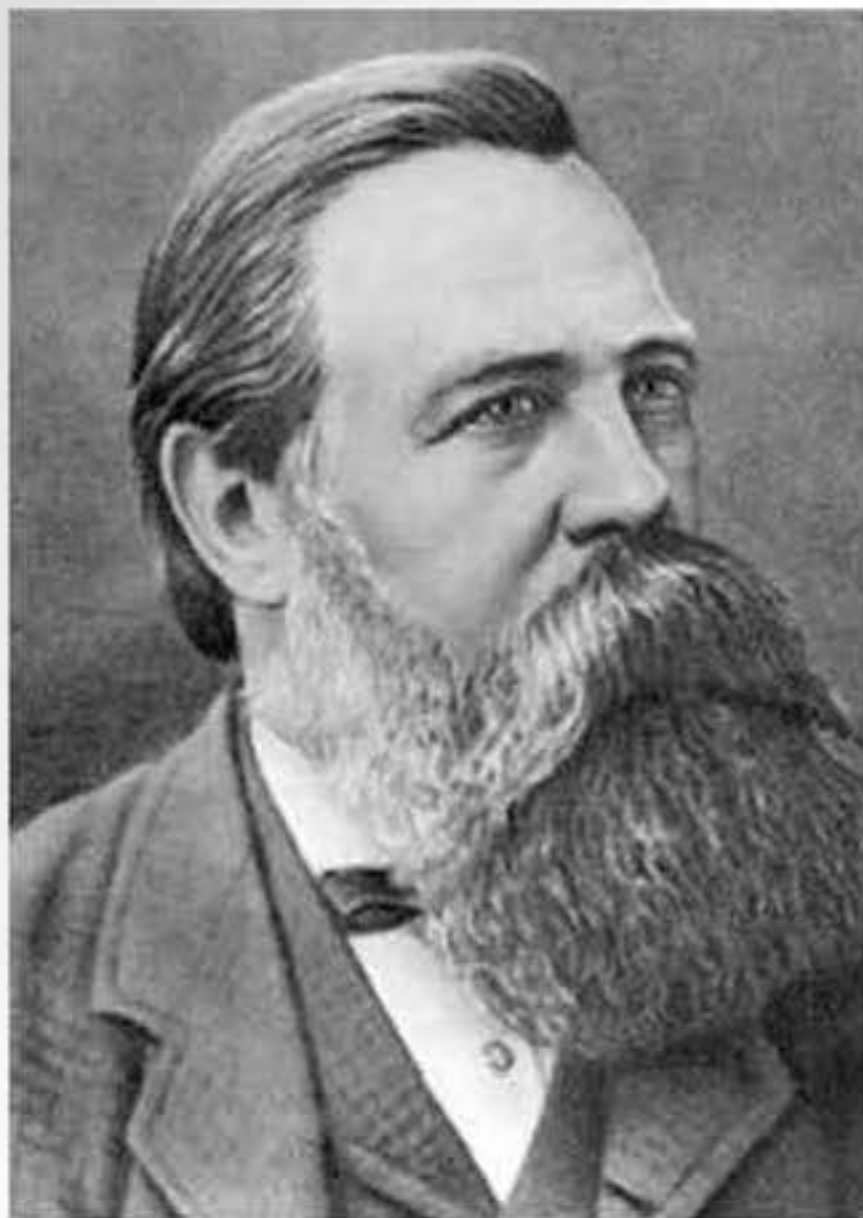
### *Le mutazioni tecnologiche*

È agevole constatare l'apparente paradosso, vistosamente amplificatosi ed esaltatosi nel tempo, che al progressivo evolversi della tecnologia militare, aggressiva o difensiva che fosse, corrisponde il parallelo ed altrettanto ampio evolversi per derivazione della tecnologia civile o, per meglio dire, di un vasto impiego pacifico di quanto elaborato dalla prima. Gaston Bouthoul, nel suo trattato ricorda che Delbruck e Mumford: "hanno sostenuto, prima della guerra del 1940, che tutte le grandi trasformazioni della storia sono state causate, più o meno a lunga scadenza, dall'invenzione di nuove armi e dal loro nuovo modo d'impiego. I primi imperi fondati dai guerrieri venuti dai paesi delle steppe sono dovuti al fatto che quei nomadi avevano imparato a servirsi del cavallo e a utilizzare i metalli."<sup>11</sup> Ma

In alto: Antica raffigurazione della cavalleria mongola all'assalto

<sup>11</sup> Cfr. G. BOUTHOU, *Le Guerre. Elementi di polemologia*, Milano 1961, p. 171





i miglioramenti della siderurgia, quale che ne sia stata l'origine, non produssero solo lame di crescente qualità, ma anche utensili di analoga crescente validità per i più diversificati compiti. La preminenza tecnologica, che sempre assegnò a chi la possedeva il successo nei conflitti, deve considerarsi la molla della sua costante evoluzione e sembra che, tra quanti se ne resero chiaramente consapevoli, sia stato Engels a teorizzarla esplicitamente. A dispetto, infatti, del suo noto socialismo: "ha dato alla soluzione del problema un carattere nettamente aristocratico, perché secondo lui non è il numero che riesce a battere il numero più piccolo, ma è la qualità che trionfa sulla quantità, il che ci porta direttamente a una concezione aristocratica. Egli infatti cerca di dimostrare che la forza non è soltanto un atto di volontà, ma richiede, prima che si possa possederla, di avere le sue basi in cose molto reali, e particolarmente in strumenti fra i quali quello che, per la sua perfezione, supera quelli che comparativamente sono più imperfetti: ne viene dunque di conseguenza che anzitutto bisogna produrre

questi strumenti più perfetti, il che anche significa che chi fabbricherà gli strumenti (cioè le armi) più perfetti otterrà un vero trionfo su chi fabbricherà strumenti imperfetti."<sup>12</sup>

E in questa terribile gara per la supremazia, sia per conseguirla che per mantenerla, la tecnologia giocò un ruolo fondamentale, comportando spese sempre maggiori e allargandosi a qualsiasi settore che potesse, anche in maniera marginale, contribuire al successo nelle guerre. Posta così la questione, la tecnologia militare altro non è se non la sommatoria di tutte le competenze alle spalle di ogni produzione ottimale. Procedura esecutiva che a sua volta trae origine dalla prolungata ripetitività e affinamento del lavoro artigianale. Il tecnico fu perciò l'artefice che, producendo sistematicamente un determinato bene, lo rese sempre migliore, più duraturo e progressivamente meno costoso. Che a ben guardare significa riduzione dei tempi di realizzazione e dei quantitativi dei materiali impiegati, e per conseguenza dei costi unitari, cardini della rivoluzione industriale. Considerando che nella guerra, specialmente in quella contemporanea per intuibili ragioni, confluiscono tutte le capacità tecnico-scientifiche e che si dilapidano immense quantità di prodotti, non stupisce che nel suo ambito si registri il più rapido evolversi della tecnologia, la stessa che poi, ricadendo sul mondo civile, ne provoca l'avanzamento.

Paradossalmente spesso è proprio quell'avanzamento che funge da stimolo e da risorsa per la produzione bellica successiva, dando la sensazione di un'inversione di tendenza! La tecnologia, a esempio: "del secolo scorso aveva reso possibile la produzione in massa di armi non solo sempre più efficaci, ma anche di facile impiego. Per la fanteria, le cartucce eliminarono il maneggio separato della polvere e della pallottola; la retrocarica eliminò l'uso della bacchetta; i pacchetti caricatori e l'otturatore a chiusura rapida consentirono la celerità di fuoco; i mirini calibrati, una precisione che fece di ogni coscritto, con poche settimane di addestramento, un tiratore tanto bravo che neppure il più anziano granatiere della Guardia prussiana di Federico il Grande avrebbe osato di competere con lui."<sup>13</sup> Sensato, perciò, concludere che l'apparenza totalizzante delle tecnologie militari delle ultime guerre fu una conseguenza della vastità degli ambiti di influenza coinvolti, spesso tanto distinti e distanti da suscitare ampie incredulità: se il *trench* almeno

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 173

<sup>13</sup> Da M. HOWARD, *La guerra e le armi nella storia d'Europa*, Bari 1978, p. 230

In alto: Fotoritratto di Friedrich Engels





nel nome ricorda ancora le trincee, suggerendo così la sua originaria destinazione squisitamente bellica, nulla sembra invece legare la lametta da barba a quegli identici fetidi bu-delli, nel cui fondo viscido e melmoso, in assoluta promiscuità di ratti e uomini, non regnava certamente l'eleganza degli abiti né l'igiene personale! Perché allora farsi tassativamente la barba tutti i giorni sia pure con mezzi estremamente semplici? Incredibile la risposta: per sopravvivere, equivalendo a una condanna a morte averla ispida nelle trincee avanzate, come dettagliatamente sarà esposto più innanzi! Simile nella sostanza la vicenda dell'orologio da polso: assurdo immaginare un ufficiale in procinto di lanciare i suoi uomini all'assalto tirare fuori dalla tasca, tramite una lunga catenella, una 'cipolla' facendone scattare il coperchio per vedere l'ora e decidere il da farsi! Tenendolo sul polso la consultazione richiedeva appena un moto di pronazione di pochi gradi, senza impacci e senza impicci per il braccio.

Già da questi brevi esempi si evince che la realtà della tecnologia civile derivata da quella di guerra è di gran lunga più ampia e variegata di quanto si possa abitualmente credere, investendo l'intero apparato produttivo. Infatti: "alla vigilia della prima guerra mondiale, il nuovo sistema tecnico era ormai realtà. Si possono fare due osservazioni. La prima riguarda la sua diffusione nel mondo. Non faremo meravigliare nessuno dicendo che le invenzioni, anche le più utili, non avevano ancora in molti casi soppiantato tecniche o procedimenti antichi... Non meno importante il secondo punto. Come era costituito nel 1914, il nuovo sistema tecnico possedeva, in quasi tutti i campi, possibilità di sviluppo considerevoli. Non c'è bisogno di insiste-



re molto su questo punto, dal momento che vengono immediatamente alla mente gli esempi concreti: l'automobile, l'aviazione, la telegrafia, gli impianti elettrici, quelli idraulici, erano suscettibili di ampi progressi prima di arrivare a toccare i rispettivi limiti.

Una grande parte di tali progressi sarebbe risultata, incontestabilmente, dallo sforzo bellico, tra il 1914 e il 1918. La pressione esercitata dai bisogni degli eserciti e uno sforzo sistematico di ricerche tecniche, incoraggiato e sostenuto dai governi, accelerarono sensibilmente le ultime messe a punto, i primi perfezionamenti del sistema. Produzione di massa, in serie, ricerca di materiali superiori, tanto nell'armamento che nei trasporti, ponevano problemi, molti dei quali risolti, che in molti casi avrebbero in-

In alto: Moschetto Vetterli mod 1870 a retrocarica e con alzo di precisione  
In basso: Lastrina di caricamento a 6 colpi del fucile mod. 91



In alto: *Moderno trench della Burberry in versione femminile*  
In basso: *Uno dei primi orologi da polso impermeabile, per destinazione militare*

Nella pagina a fianco: *Brevetto del 1904 per il rasoio di sicurezza Gillette a lamette*

dirizzato verso sviluppi di cui il dopoguerra avrebbe poi profittato.<sup>14</sup> Infatti, come accennato in apertura, molte di quelle innovazioni erano già note e marginalmente utilizzate da decenni, per cui la guerra nei loro confronti agì da amplificatore di notorietà e di impiego, oltre ovviamente che da ottimizzatore. Si potrebbe per queste tipologie parlare di realizzazioni collaterali, indotte, ma quale che ne sia l'etichetta denominativa resta certo che comparvero e, soprattutto, sostennero con il loro apporto gli sforzi indiscriminati imposti dalle guerre. Totalizzazione che ha raggiunto il suo apice con la prima, e forse persino di più, con la seconda guerra mondiale che, se non ne fu, come ormai si sostiene da più parti, la continuazione dopo un lungo armistizio, ne fu però la sua esaltazione esponenziale. Inutile allora ribadire il criterio informatore e, per contro, molto più interessante tentare di fornire un quadro, sia pure lontanissimo dall'essere esaustivo, da cui risulti però in modo esauriente l'anzidetta incredibile compromissione tecnologica, ricorrendo quest'anno il centenario dello scatenarsi di quella immensa tragedia che sacrificò un'intera generazione. Compito, paradossalmente, di estrema complessità per la ridondanza degli esempi perché proprio la Grande Guerra, al di là delle innumerevoli stragi e delle inaudite sofferenze che inferse, agì sullo sviluppo tecnologico come un poderoso propulsore, per cui non è esagerato ritenere che le scoperte e le innovazioni avutesi tra l'estate del 1914 e la fine del 1918 superarono di gran lunga per rilevanza ed entità tutte quelle comparse nel precedente mezzo secolo, scorcio cronologico che pure si conferma in merito tra i più fecondi della Storia. Alle assolute novità, complici le incessanti sperimentazioni e i suggerimenti imposti dai combattimenti e ottimizzati dalla colossale produzione industriale, un gran numero di invenzioni rimaste fino allora quiescenti, e di processi tecnologici da tempo elaborati e mai sfruttati, assunsero a loro volta ad altrettante rivoluzionarie invenzioni inedite.

### *Le mutazioni sociali*

Tra le innovazioni innescate da invenzioni e scoperte maturate nel corso della Grande Guerra, e non di rado derivate proprio dalla stessa, ve ne furono anche in ambito sociale, prima fra tutte la forte spinta alla emancipazione femminile, per molti aspetti analoga alla emancipazione degli schiavi. Nell'antichità la schiavitù era stato un sottoprodotto sociale della guerra, una prassi che attinse il suo apice nell'Impero romano, che se ne av-

14 Da B. GILLE, *Storie delle tecniche*, Roma 1985, p. 452



valse per incrementare la produzione di beni e derrate alimentari, dando così vita da un lato a una anomala società, basata sulla disuguaglianza e sullo sfruttamento arbitrario e senza limiti degli sconfitti, dall'altro a un falso sistema di produzione, incapace di svilupparsi ed evolversi realmente, che per giunta escludeva da ogni potere decisionale e dirigenziale la popolazione servile che maggiormente sosteneva il gravame della produzione. Limite difficile e dalle conseguenze gravissime, a cui può ascriversi per molteplici ragioni dapprima il rallentamento e poi il ristagno tecnologico, determinando il collasso dell'economia e in breve la fine dello stesso Impero. Non a caso Giambattista Vico si domandava se: "i Romani avevano attinto l'ultimo gradino di civiltà, posto che nello stato una ferrea schiavitù imbarbariva la maggior parte della popolazione e le classi alte erano ammolite, le medie avviliti; posto che in esso la religione non aveva nulla di spirituale, e si riconoscevano negli Dei più vizii che non in qualunque uomo ordinario; posto che in fine le scienze esatte e naturali erano nell'infanzia. Ivi gli spettacoli atroci ed altri particolari caratteri dimostrano una società che conserva un gran fondo di barbarie e che non è compiutamente incivilita; per cui può dirsi che la decadenza dell'Impero procedeva da ciò che gli mancava di civiltà anzi che da eccesso della medesima."<sup>15</sup> Paradossalmente, se la guerra dell'antichità fu responsabile della privazione di diritti decisionali a una intera compagine sociale,

15 Da L. BLANCH, *Della scienza militare. Considerata nei suoi rapporti colle altre scienze e col sistema sociale*, Roma 1939, p. 65. Ad analoghe conclusioni sebbene più aderenti agli aspetti economici derivanti dallo sfruttamento delle schiavitù, già era pervenuto C. M. T. MOMMSEN nella sua *Storia di Roma*, Roma 1939 vol. VIII, p. 147 e sgg., ed anche E. GIBBON, *Storia della decadenza e della caduta dell'Impero Romano*, Torino 1971, cap. III, gli ultimi otto paragrafi.

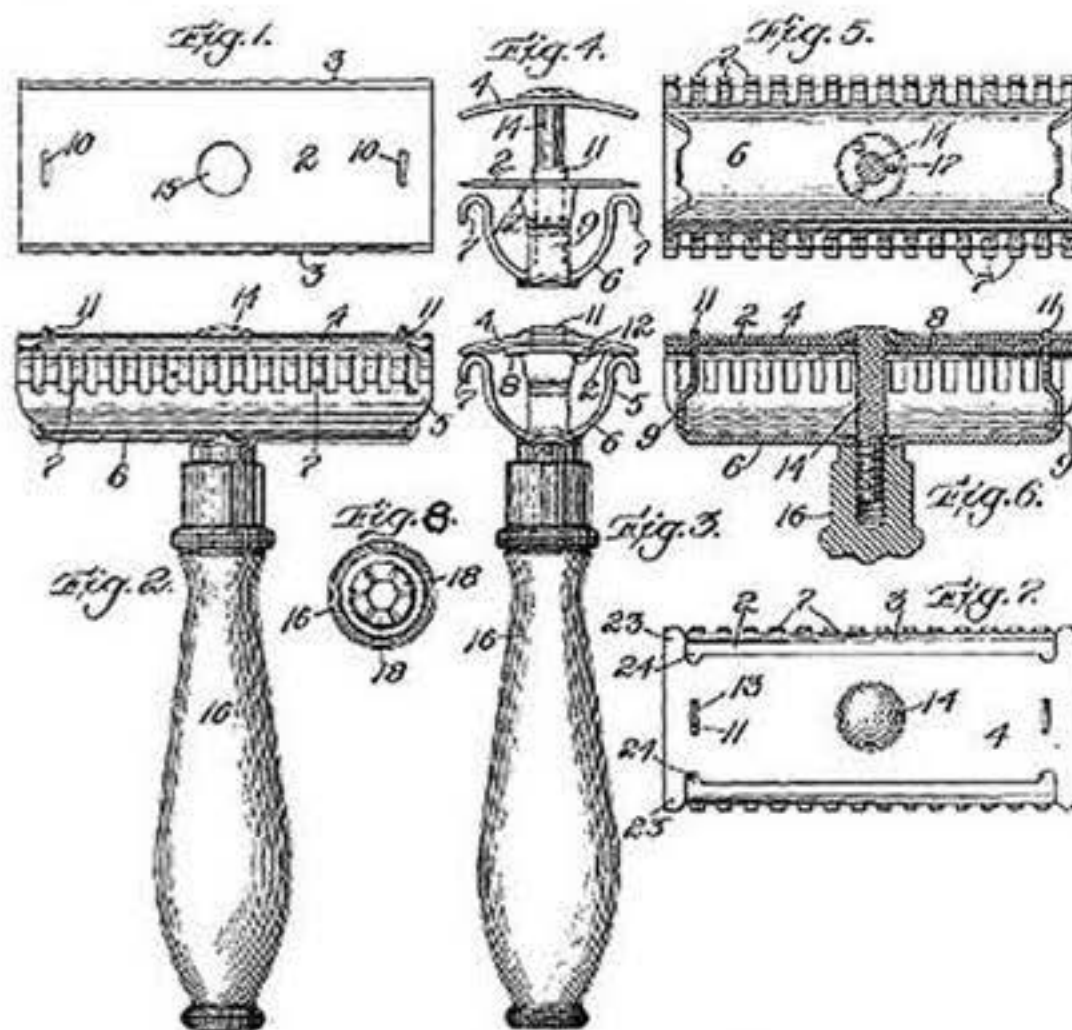
No. 775,134.

PATENTED NOV. 15, 1904.

K. C. GILLETTE.  
RAZOR.

APPLICATION FILED DEC. 3, 1901.

NO MODEL.



Witnesses:  
Rufus M. Bayfield  
Margaret H. Danvers

Inventor:  
King C. Gillette,  
by  
E. D. Chadwick,  
Attorney.

peraltro indispensabile, sarà proprio la Grande Guerra a favorire il superamento di una analoga discriminazione, quella di genere, che da tempo immemorabile aveva privato dei diritti decisionali metà della popolazione.

Al pari della schiavitù, infatti, il ruolo subordinato e docile della donna era considerato inevitabile e pressoché sancito dalla natura e ribadito da tutte le religioni. Volendo limitare i riscontri al solo periodo risorgimentale, questi alcuni pareri in merito: "secondo Gioberti: *La donna,*





insomma, è in un certo modo verso l'uomo ciò che è il vegetale verso l'animale, o la pianta parassita verso quella che si regge e si sostenta da sé". Per Rosmini: "Compete al marito, secondo la convenienza della natura, essere capo e signore; compete alla moglie, e sta bene, essere quasi un'accessione, un compimento del marito, tutta consacrata a lui e dal suo nome dominata". Secondo Filangieri, spetta alla donna l'ammi-

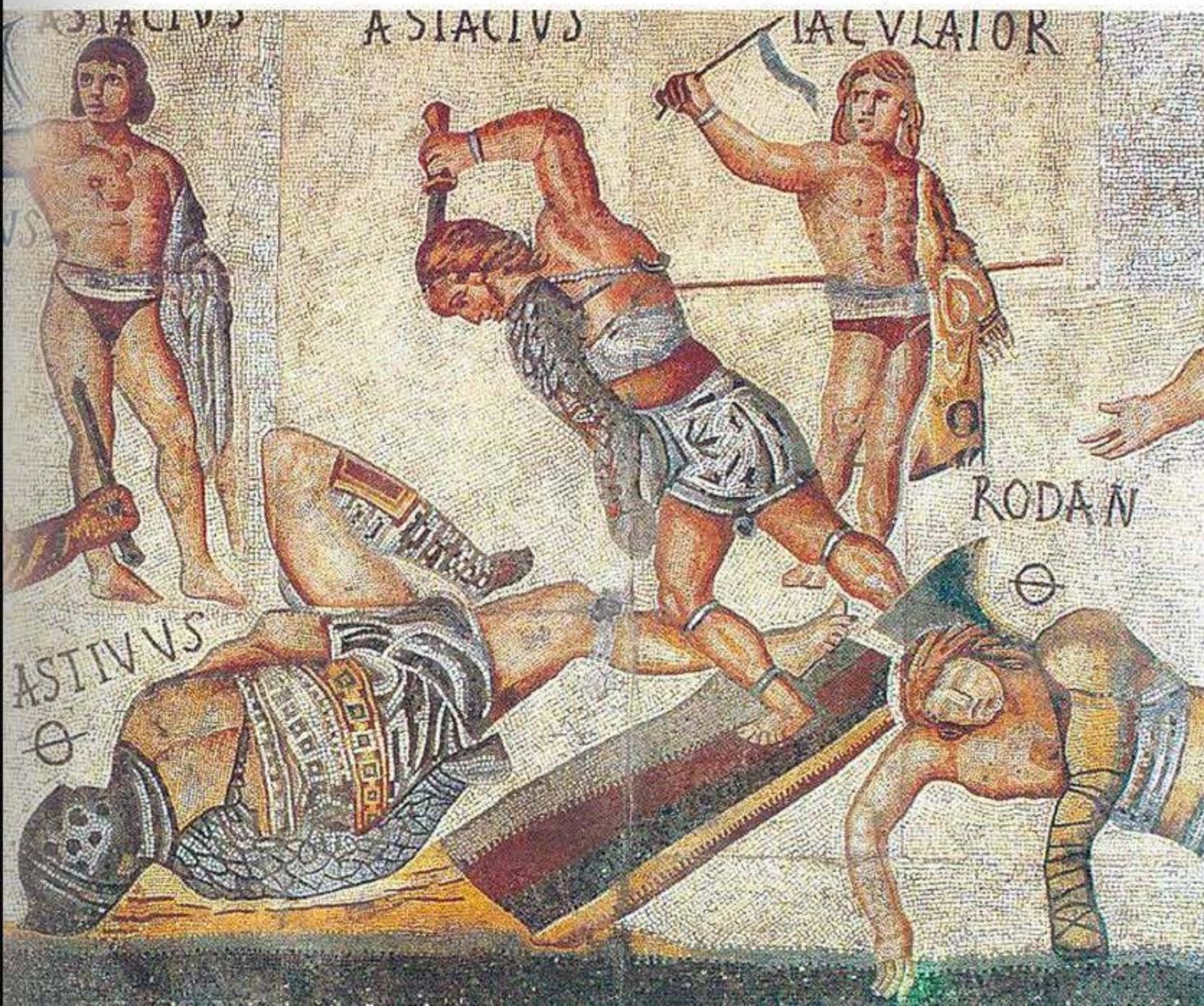
nistrazione della famiglia e della prole, mentre le funzioni civili spettano all'uomo. Simili teorie furono alla base del diritto di famiglia dell'Italia unita, riformato soltanto nel 1975.<sup>16</sup> Ciò premesso va ricordato che, dal punto di vista storico, tanto per gli schiavi quanto per le donne, l'affrancamento dalla podestà del capo famiglia, era considerato una sorta di fuoriuscita dall'infanzia, e se per gli schiavi era

Alla pagina a sinistra

In basso: Trasferimento di schiavi incatenati in epoca romana

In alto: Calco del corpo di uno schiavo costretto nei ceppi rinvenuto a Pompei

16 La citazione è tratta dall'articolo di V. PIATTELLI, *Storia dell'emancipazione femminile in Italia*, pubblicato su *La Repubblica*, in *Storia d'Italia dal '45 ad oggi*, on line







sempre possibile, per le donne, invece, almeno fino all'età imperiale, non lo era mai, considerandole il diritto romano delle perpetue minorenni, per cui la loro tutela passava dalla soggezione al padre a quella del marito a quella del figlio maschio per le vedove o di un apposito incaricato in sua assenza! E quando finalmente venne elargita, trattandosi di infrangere quei 'passaggi di mano', fu chiamata come già per schiavi *manumissione*, definizione scaturita dal lasciare andare l'affrancato al di là della mano del padrone. Emancipazione concetto simile, essendo il termine etimologicamente composto da *e-* fuori e *mancipium*-dominio, in cui il riferimento alla 'mano' è ancora presente!

L'esigenza dell'economia bellica impostasi sin dal 1914, distruggendo quell'assurda soggezione per inadeguatezza mentale e fisica, consentì alla metà del genere umano, almeno in Occidente, di prendere finalmente consapevolezza del proprio ruolo basilare e affermare il proprio diritto alle scelte ed alle decisioni. Certamente in precedenza vi erano stati dei movimenti politici che stimolarono, a volte anche chiassosamente, l'emancipazione femminile, ma ben poco avrebbero ottenuto o, nella migliore delle ipotesi, molto più tardi se la guerra non avesse determinato la necessità imprescindibile del lavoro femminile in ogni settore. Un

Alla pagina precedente: Galleria Borghese, Mosaico del gladiatore: raffigurazione del combattimenti di gladiatori



aspetto questo ancora una volta del tutto privo di precedenti se non mitologici, che è alla base del coinvolgimento delle donne in ogni attività produttiva, dimostrando così con i fatti la sostanziale identità fra uomo e donna, fondamento dell'emancipazione femminile.

I polemologi e i "pensatori prebellici" avevano ritenuto che la guerra del XX secolo sarebbe stata breve e decisiva, perché non riuscivano a concepire in che modo un conflitto di masse avrebbe potuto svolgersi diversamente. Quando tutti i maschi atti a portare le armi fossero stati assorbiti dalle forze armate, chi avrebbe provveduto a lavorare i campi ed a produrre nelle fabbriche? Come impedire il collasso dell'intera finanza, obbligata a rastrellare le enormi somme necessarie per alimentare la macchina bellica? E in ogni caso, la struttura internazionale, all'interno della quale il sistema mondiale della finanza e del commercio stava operando, non sarebbe stata ridotta in pezzi dalla guerra? Quindi il conflitto *doveva* essere concluso a Natale e nessuno si preoccupò di fare dei piani per il caso che ciò non si avverasse. Ma non si avverò. Non solo il fronte occidentale si stabilizzò in una situazione di stallo, ma la spettacolare guerra di movimento sul fronte orientale non produsse risultati decisivi... Quindi la guerra *doveva*

In alto: Bassorilievi che raffigurano il passaggio nelle mani del marito, da quella del padre, della tutela della sposa





continuare...[e] quando venne la pace, essa non fu tanto il risultato di vittorie sui campi di battaglia quanto dell'esaurimento economico e psicologico. I fardelli imposti da questa condotta della guerra alla popolazione civile furono accettati dovunque senza proteste. Immensi prestiti di guerra vennero sottoscritti.<sup>17</sup>

Il 12 settembre del 1914 il fronte che separava i soldati tedeschi dai francesi si stabilizzò, avviando uno stallo che si sarebbe protratto, al di là di tutte le più oscure previsioni, per i quattro anni successivi, in un crescendo di orrori e di

stragi inutili. Situazione peraltro poco diversa anche sugli altri fronti europei, dove dopo una brevissima guerra di movimento, allegramente intrapresa, subentrò la tragedia della trincea. Tale infausto risultato: "mise i belligeranti di fronte a problemi completamente inaspettati. Continuare era difficile, rinunciare impossibile. Conseguentemente, i belligeranti furono costretti a improvvisare mezzi di sostentamento per gli eserciti, mese dopo mese, per nutrire, equipaggiare, addestrare, curare e seppellire milioni e milioni di uomini. Niente del genere era mai stato tenta-

17 Da M. HOWARD, *La guerra...*, cit., pp. 215-20

In alto: Corteo di suffragette londinesi del 1910 per la richiesta del suffragio universale, ovvero il diritto di voto esteso alle donne



to prima. Non è sorprendente, quindi, che i costumi e le istituzioni tradizionali si svuotassero di significato, mentre in ogni luogo venivano ad imporsi nuove massime e sistemi... [Per la Francia] le perdite iniziali furono molto pesanti e l'economia si avvicinò al collasso. La crisi della Francia venne resa più grave dal fatto che, con lo stabilizzarsi del fronte, la parte del Paese che rimaneva al di là delle linee tedesche era particolarmente importante come fonte di ferro e carbone: il nerbo della costruzione delle armi... Di conseguenza, quando divenne chiaro che l'artiglieria avrebbe dovuto sparare una granata dopo l'altra attraverso la linea delle trincee in quantità fino a quel momento inimmaginabili, il ministro francese della Guerra concluse, già il 20 settembre del 1914, che sarebbe stato necessario congedare uomini dell'esercito per produrre le munizioni necessarie.<sup>18</sup> La disposizione, solo parzialmente applicata, si rivelò immediatamente insufficiente spianando la via del ricorso alla manodopera femminile, sotto molti aspetti una vera rivoluzione nel mondo del lavoro.

18 Da W. McNeill, *Caccia al potere. Tecnologia, armi, realtà sociale dall'anno Mille*, Varese 1984, p. 261.

A fianco: Allontanamento con la forza di una suffragette  
In basso: I primi reparti di ausiliarie statunitensi





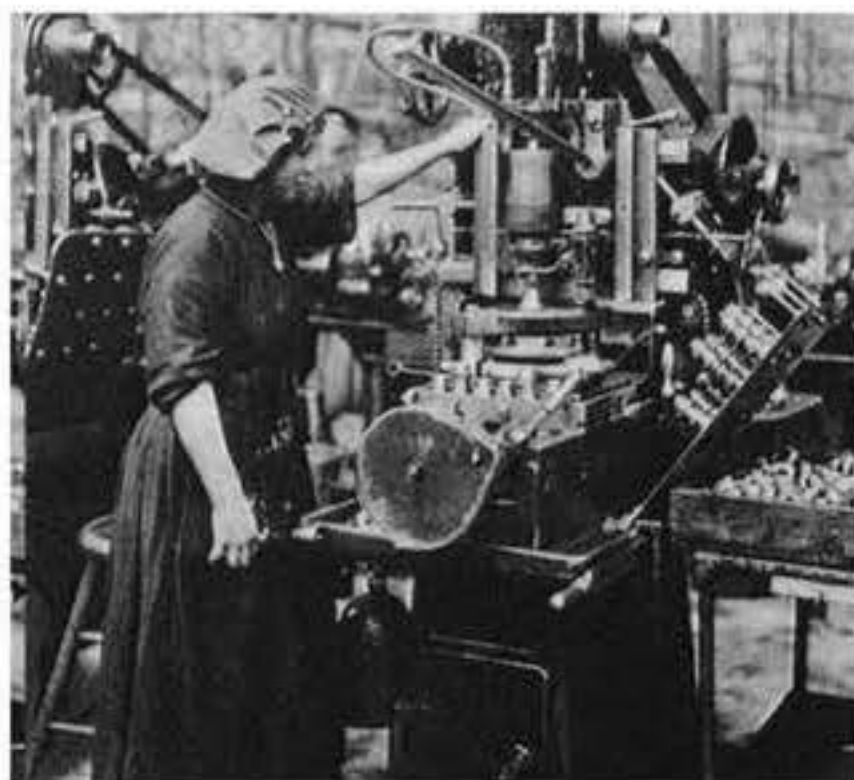
La chiamata delle donne in ogni settore produttivo non scaturì, per quanto appena delineato, da una inedita personale vocazione, ma piuttosto da una risposta quasi patriottica suggerita dall'emergenza del contesto bellico. Con oltre 80.000.000 di uomini impegnati sui vari fronti e con l'assillante esigenza di mantenere allo stesso livello la produzione alimentare e incrementare a dismisura quella industriale, l'impiego del lavoro femminile s'impose senza alternative in breve tempo, senza alcun bisogno di essere sollecitato. Agli inizi, però, il solo ruolo produttivo che si riservò alle donne fu quello agricolo, tant'è che già il 7 agosto del 1914, quando lo stallo non era ancora percepito in tutta la sua devastante consequenzialità, il presidente del consiglio francese, René Viviani, aveva lanciato un appassionato appello alle donne, in particolare alle contadine reputate di gran lunga le più necessarie che così recitava: "In piedi donne francesi... prendete il posto sul campo del lavoro di quelli che sono sul campo di battaglia. Preparatevi a mostrare loro, domani, la terra coltivata, i raccolti ammassati al coperto, i campi seminati. Non esistono, in queste ore gravi, lavori infimi. Tutto ciò che giova al paese è grande. In piedi! Domani la gloria sarà per tutti."<sup>19</sup>

Ma, come accennato, le facili illusioni di una breve guerra di conquiste e di successi si infransero presto imponendo al loro posto la dura realtà della guerra statica e di logoramento. Anche per i più ottimisti, con l'arrivo dell'autunno era ormai chiaro che sarebbe stata una guerra lunga, uno

<sup>19</sup> La citazione è tratta da AA. VV., *La nazionalizzazione delle donne*, in G. DUBY, M. PERROT, (a cura di), *Storia delle donne. Il novecento* (a cura di F. THEBAUD), Bari 1992, p. 32.

In alto: Gruppo di contadine della Carnia

In basso: Operaia che lavora a una fresa in una fabbrica metalmeccanica



scontro di uomini e materiali, inghiottiti senza risparmio dalle incessanti stragi e distruzioni. Persino in nazioni meno evolute in ambito sociale e di diritti delle donne, come l'Italia, il ricorso al lavoro femminile non ammise deroghe né alternative di sorta, tanto più che le donne si dimostrarono, per varie ragioni, se non proprio entusiaste per quel nuovo impegno, sicuramente non sfavorevoli. Dopo millenni di dipendenza domestica e lavorativa, quasi mai in alcun modo retribuita, dopo ancestrali soggezioni a indiscutibili decisioni e imposizioni maschili, ritrovarsi a disporre, protette ed incentivate, di un ruolo lavorativo vero e per giunta gratificato da una vera retribuzione, trovò le donne in pochissimo volgere ampiamente e spesso entusiasticamente disponibili!

La fatica ed i rischi non mancarono, con turni di 12-14 ore ininterrotte e le incombenze fisiche nelle fabbriche, peraltro già massacranti anche per gli uomini, non tenevano in alcun conto la differenza fisica di genere. Ma quelle sofferenze erano il prezzo dell'entrata a pieno titolo nel consorzio umano, attenuate dalla scoperta esaltante di essere in grado di svolgere i medesimi compiti fino ad allora ritenuti prerogativa maschile. Schiere di donne, per lo più giovanissime, andarono così nelle fabbriche di munizioni,

alcune a manovrare i complicati torni per fabbricare i proietti, altre le tramogge e gli imbuto per riempirli d'esplosivo. Fra quest'ultime molte assunsero in pochi giorni uno strano colorito giallastro, spesso lugubre annuncio di morte per intossicazione da trinitrofenolo o acido picrico, detto anche *perite* in Italia, *melinite* in Francia, di *liddite* in Inghilterra, di *ecrasite* in Austria e *shimose* in Giappone, quando fuso era colato nei proietti, preventivamente spalmati di adatta vernice per isolare l'esplosivo dal metallo.

Chiamate scherzosamente *munitionettes*, e per l'accennata colorazione gialla della pelle *'canary girl'* ragazze canarini, tramandano anche nei figli quella singolare mutazione. Altre, più fortunate, guidano i tram in città, concedendosi con un po' di meritata ostentazione il sollievo di una sigaretta al capolinea, tra una corsa e l'altra, suscitando però così ulteriori riprovazioni e derisioni. Altre conducono i treni, nere di carbone e coperte di grasso, ma sempre orgogliose di quell'im-

In basso: Soldati francesi in una trincea

Alla pagina a destra

In alto: Soldati britannici in una trincea

In basso: Fanteria tedesca in avanzata nel 1914















portante mansione; altre ancora diventano vigili del fuoco, alle prese con scale e pompe. Tutte prendono rapidamente: "coscienza delle proprie capacità e apprezzano la nuova indipendenza economica. Tanto più che il lavoro di guerra, in particolare nelle fabbriche di armi, è un lavoro ben pagato, il doppio, o anche di più rispetto ai bassi salari solitamente corrisposti nei settori femminili... [ma abitualmente la metà dell'analogo maschile ndr]. In alcune regioni, la concorrenza costringe

*Alle pagine precedenti: Donne russe al lavoro nei campi*

*In alto: Donne che spingono carrette cariche di minerale per una fonderia*

*In basso: Donne che spingono dei carrelli a scartamento ridotto in un impianto minerario*





i datori di lavoro dell'industria tessile ad aumentare le tariffe... una lavoratrice dell'arsenale di Woolwich può guadagnare diverse sterline alla settimana (fino a sei per un'operaia saldatrice), un'autista dei servizi ausiliari dell'esercito cinque sterline, equivalente a un buon salario della classe media.<sup>20</sup> Tante attività mutano insieme ai ruoli delle donne, anche il loro carattere ed il loro comportamento, a cominciare dallo stesso vestiario che, sancendo: "la fine del busto, l'accorciarsi del-

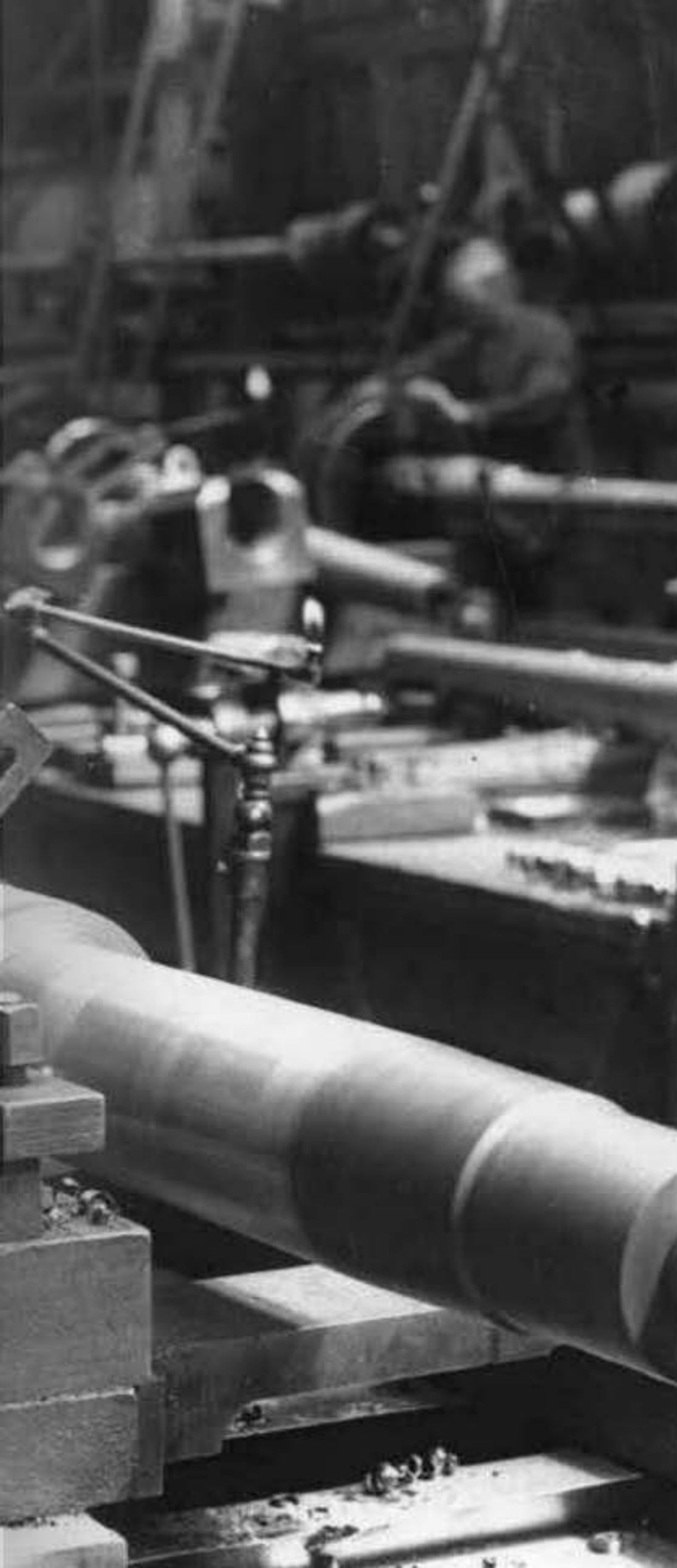
20 Da AA. VV, *La nazionalizzazione...*, cit., p. 46

In alto: Donne in una catena di montaggio di proiettili d'artiglieria  
In basso: Donne che fabbricano munizioni









le gonne, la semplificazione dell'abbigliamento (dal tailleur alle stoffe in jersey creati da Gabriel Chanel) liberano i corpi e rendono più sciolti i movimenti. Le ragazze non hanno più uno *chaperon*, sgomentate e affascinate dalla loro stessa libertà.<sup>21</sup>

Più in dettaglio, abbandonati finalmente i rigidi corsetti, le gonfie e lunghe gonne, completate da camice sovraccari- che di svolazzi e di ridondanti merletti, le donne optarono per abbigliamento più leggeri e semplici, di foggia tenden- te al maschile, con gonne via via più corte, camice lineari e biancheria intima meno costrittiva. Il reggiseno ne sarà la novità rivoluzionaria, imponendosi in pochi anni, assurgen- do da allora a capo di abbigliamento più prodotto al mondo, in diversi miliardi di esemplari all'anno. Dal 1914, quando fu inventato, contribuì indirettamente all'accrescersi della pro- duzione delle munizioni, delle armi e dei veicoli, produzio- ne che mai più si contrasse col procedere della guerra. Se la vita civile conservò una ancora accettabile normalità e se la fame non falciò più dei combattimenti fu merito, in buona sostanza, di quell'indumento che, liberando le donne dalle costrizioni dei corsetti, consentì di applicarsi a lavori ritenuti prerogativa maschile e, in definitiva, la conseguente emanci- pazione.

Volendo tracciare una sintesi cronologica di quella sorta di rivoluzione di genere, non stupefacente in una guerra che in pochi anni distrusse tre imperi ultrasecolari, l'ottomano, il russo e l'austro-ungarico, se ne scorge una prima fase nel- la tiepida sollecitazione governativa affinché le donne si im- pegnassero nei settori produttivi, non più necessariamente agricoli. Sollecitazioni che si ebbero nelle varie nazioni euro- pee, in maniera più o meno simile, a partire già dall'autun- no del '14, sempre enunciate inizialmente con malcelato in- teresse, che però in breve si mutò in pressante richiesta. In Francia, dove il fenomeno è più conosciuto, a partire dal set- tembre del 1915: "compaiono le prime circolari ministeria- li che invitano gli industriali ad utilizzare le donne in qual- siasi settore ove sia possibile [e] malgrado il tentativo... di razionalizzare il reclutamento, le operaie accorrono da ogni parte attratte dagli alti salari, o alla ricerca di un lavoro qua- lunque. Nelle officine di guerra, come in tutte le industrie, esse svolgono compiti sempre maggiormente diversifica- ti. Sono 400.000 all'inizio del 1918, un quarto della mano d'opera totale... simbolo della mobilitazione femminile in Francia, come della penetrazione delle donne in settori tra-

21 *Ibid.*, p. 46





In alto: Donne che torniscono involucri di proiettili  
In basso: Operaia intenta al montaggio di un gruppo motore

dizionalmente maschili.<sup>22</sup> La mobilitazione femminile, ovvero l'inserimento: "di nuove figure sociali nel lavoro di fabbrica, ossia di una classe operaia nuova per sesso, età, qualificazione professionale fu un fenomeno abbastanza generalizzato e per lo più cospicuo, avvertito – specie per quanto riguarda le donne – come un forte elemento di novità. In Germania la percentuale delle donne sulla classe operaia industriale crebbe dal 22% del 1913 al 35% del 1918. In Gran Bretagna dal 26% del luglio 1914 al 35% nel luglio 1918 (con un aumento in cifre assolute nel solo settore metallurgico da quasi 18.000 a più di 400.000). In Italia le donne costituivano, al momento dell'armistizio, il 22% ca. delle maestranze occupate negli stabili-

22 *Ibid.*, p. 34



menti di guerra, raggiungendo la cifra di 200.000 unità nel settore delle industrie ausiliarie, militari e comunque dedite alla produzione di armi e munizioni. In Francia la percentuale delle donne occupate negli stabilimenti industriali e commerciali passò, secondo una inchiesta del ministero del Lavoro, dal 32,8% prima della guerra al 40,5% del luglio 1918, con una progressione che peraltro aveva già segnato il maggior incremento nei primissimi mesi di guerra.<sup>23</sup>

Ovviamente, per numerosi autori l'afflusso femminile fu nella realtà meno rilevante di quanto a prima vista sembri, tant'è che per restare alla Francia l'occupazione femminile cospicua in assoluto, lo fu



23 Da AA. VV., *La Storia. L'età dell'imperialismo e la I guerra mondiale*, Novara 2007, vol. 12° p. 746

In alto: Donne conduttrici e bigliettaie di tram  
In basso: Donne addette la pulizia dei vagoni ferroviari







molto meno se relazionata agli anni precedenti, passando, come appena ricordato dal 32% dell'anteguerra al 40% del dopoguerra. Il dato, quasi certamente attendibile, non tiene conto però di una connotazione forse persino più stravolgente della stessa entità assoluta: nell'anzidetto 32% dell'anteguerra erano incluse, e ne costituivano la maggiore aliquota, le contadine, le lavoratrici domestiche e quelle che espletavano la loro attività in casa.

*In alto: Donne addette alla manovra degli scambi ferroviari*

*In basso: Reparto di donne inglesi vigili del fuoco*



Nel 40%, invece, oltre il 10% erano operaie dell'industria bellica o dei servizi pubblici, lavori svolti comunque fuori casa e senza alcuna subordinazione familiare, categoria fino alla guerra inesistente! Senza contare che: "per larga parte si trattava di manodopera non precedentemente inserita nel settore siderurgico e meccanico (quello che registrò l'aumento più consistente), spesso nuova al lavoro di fabbrica quando non al lavoro extra-



In alto: *Squadra di donne inglesi vigili del fuoco addette ad un carro antincendio*  
In basso: *Operaia saldatrice al lavoro*







domestico *tout court*. In Inghilterra all'inizio del 1917 si calcolò a esempio che su un campione di 450.000 donne occupate nell'industria, il 22% non aveva mai lavorato prima, e un altro 23% era stato occupato in settori extraindustriali: in pratica quasi la metà non aveva conosciuto l'esperienza di fabbrica.<sup>24</sup> E' inoltre significativo ricordare che la mobilitazione delle donne portò ad un incremento assoluto e relativo: "nel settore metallurgico, dell'elettricità e della chimica, incremento particolarmente forte nelle grandi industrie: alcuni storici tedeschi riferiscono di un aumento di oltre il 50% delle imprese con più di 10 salariati, costituendo Krupp un caso limite con 30.000 donne su 110.000 persone alla fine del conflitto."<sup>25</sup> Pertanto in numero crescente: "le donne presero il posto degli uomini nelle fabbriche e nei campi. I civili rinunziarono ai lussi, limitarono con severi razionamenti il necessario; strinsero la cinta man mano che le merci sparivano dalle botteghe. Questo corso di eventi produsse cambiamenti fondamentali nelle società in guerra."<sup>26</sup>

Grazie a quell'apporto, l'economia di tutti gli Stati belligeranti riuscì a sostenere le immense esigenze militari, e i non meno gravi bisogni alimentari della società civile. I campi continuarono ad essere coltivati producendo spesso persino di più, le fabbriche decuplicarono l'attività e produssero a pieno regime come

24 Ibid., p. 746.

25 Da AA. VV., *La nazionalizzazione...*, cit., p. 36.

26 Da M. HOWARD, *La guerra...*, cit., p. 220.

*Nuovi reparti di ausiliarie*













mai in passato. La nuova donna, così affermata negli anni successivi al conflitto, si manifesterà nella pienezza delle sue potenzialità, avviando quella emancipazione che ai nostri giorni sta attingendo ormai la totale parità. E se mai occorresse una verifica dell'ampiezza della emancipazione femminile che si andò manifestando con la Grande Guerra, questa si coglie nella comparsa delle prime donne soldato, occupazione destinata ad affermarsi molti decenni dopo superando enormi diffidenze. La Serbia è la prima a schierare le donne in uniforme ed ha: "le sue combattenti che indossano una divisa maschile; la Russia il celebre battaglione femminile della morte, mentre la Francia apre le proprie caserme e gli uffici del Ministero della guerra solo con grande cautela alla fine del 1916, con orari di entrata e di uscita sfalsati rispetto a quelli degli uomini e uno speciale corpo di ispettrici."<sup>27</sup> E dalla uniforme al campo di battaglia, sia pure con ruoli sanitari e medici, il passo fu piccolo, grande invece il tributo di sangue femminile che ne conseguì. Tante donne dirigono e mandano avanti molti ospedali da campo avanzati, molte, come vedremo in dettaglio, conducono e gestiscono le ambulanze radiologiche subendo la doppia offesa dell'esposizione al fuoco e della più subdola alle radiazioni: celebri le motocicliste di un reparto di ambulanze mobili in Belgio, che organizzarono un posto di soccorso e vi resistettero sotto il fuoco nemico fino al 1918 quando vennero gravemente investite dai gas.

27 Da AA. VV., *La nazionalizzazione...*, cit., p. 38

*Reparti statunitensi di ausiliarie di sanità*



Ma è in Italia che, per la sua arretrata tradizione mediterranea, con una cultura fortemente intrisa di un cattolicesimo formale e di una concezione familiare patriarcale e ipocrita, la rivoluzione femminile ha le sue più vistose conseguenze e manifestazioni. Del resto anche negli Stati Uniti, entrati tardi nel conflitto, il nuovo ruolo delle donne stenta ad imporsi e quando inizialmente lo fa, riceve subito l'etichetta di prestazione, senza dubbio necessaria, ma temporanea e comunque da non prolungarsi oltre la durata del conflitto! Per cui la: "nozione di «mestiere femminile» assume nuova forza assieme al corollario dei territori di esclusiva competenza maschile: ad esempio il notariato, la guida dei treni o la medicina scientifica. «Ai medici la ferita, alle infermiere il ferito»...[ma dovunque] la guerra ha dato dignità alla professione di infermiera, facendone un mestiere riconosciuto da un diploma e considerato decoroso per le ragazze del ceto medio... Per tutta la durata del conflitto, il laboratorio di cucito e le organizzazioni caritatevoli con la loro produzione di maglie, filacce e pacchi continuano ad essere i luoghi privilegiati dell'attività femminile."<sup>28</sup> Di tutte le novità in qualche modo connesse con la Grande Guerra, l'avvio dell'emancipazione delle donne fu senza dubbio la più straordinaria e consequenziale, dagli esiti futuri di gran lunga più rilevanti di moltissime innovazioni tecnologiche, anche se, concluso il conflitto,

28 *Ibid.*, p. 51.

*Ausiliarie statunitensi del 1917*









In alto: *Soldatesse russe intorno al 1917*

In basso: *Autoambulanze britanniche con le relative conduttrici*

un cospicuo numero di lavoratrici, soprattutto delle industrie belliche, furono rapidamente licenziate e senza alcun sussidio di sorta. Molte tornarono ai lavori domestici, molte alla disoccupazione, molte alla famiglia, spesso da mantenere a volte da formare, compiti ambedue ardui per la scomparsa di tantissimi capifamiglia e di tantissimi giovani. L'idea, però, e la consapevolezza della validità e della capacità del lavoro femminile permasero e imposero negli anni successivi di avviare un gran numero di riforme miranti a favorire l'inserimento femminile in ogni ambito sociale, diritto di voto compreso.

In definitiva, mentre dal punto di vista strettamente umano quel conflitto rappresentò una terribile regressione, dal punto di vista tecnologico e sociale, invece, rappresentò un avanzamento talmente straordinario da potersi considerare il motore che ci ha tratto dall'arcaico mondo agricolo per immetterci nell'attuale civiltà avanzata. Di questo balzo, che ebbe per culla la Grande Guerra, peraltro la sua unica nota positiva, ci sembra interessante, ricor-



rendo il centenario del suo esplodere, riproporne alcuni apporti salienti. Dai più cospicui ai più modesti, il fattore comune che li lega è il ritrovarli ancora presenti e con ruoli imprescindibili, o comunque di vasta adozione, nella nostra vita quotidiana, unitamente al totale oblio della loro origine. Questo paradossale risvolto potrebbe considerarsi una sorta di doverosa ammenda scaturita dalle stragi e dalle atrocità di quella guerra, un miracoloso sbocciare di splendidi fiori dalle martoriolate pietraie innaffiate col sangue. Tanto più che molti di questi fiori, a distanza di un secolo, hanno perso non solo ogni riferimento formale o funzionale con la loro origine genetica, ma pure ogni reminiscenza della stessa, quasi che fossero il frutto di pacifiche attività filantropiche.



In alto: *Infermiere e conduttrici di ambulanze durante la Grande Guerra*

In basso: *La richiesta del voto alle donne si accentua nel primo dopoguerra*









**Parte PRIMA**





# ATTINENZE AL VOLO

## *Introduzione: la conquista del cielo*

Dei molteplici settori che registrarono nel corso della Grande Guerra un sensibile avanzamento, quello inerente al volo e ai relativi mezzi fu senza dubbio il più attivo. Diversamente da tutte le altre macchine, dalle più semplici alle più complesse utilizzate nel corso del conflitto, l'aeroplano fu quella che non poteva ritenersi la risultante di una lunga evoluzione né vantava significative premesse storiche, per cui a giusta ragione potrebbe quasi ritenersi se non propper cui a giusta ragione la sua maggiore adozione potrebbe quasi ritenersi generata dal conflitto stesso. L'aereo, infatti, che dieci anni prima dell'esplosione della guerra era poco più che un aquilone a motore, incapace di sollevarsi realmente, divenne, in brevissimo tempo, un mezzo talmente affidabile da potersi validamente trasformare in macchina da guerra, iniziando altrettanto rapidamente a differenziarsi in funzione delle diverse esigenze belliche. Per meglio comprendere una vicenda tanto straordinaria, ci sembra indispensabile fornire una breve elencazione delle poche tracce, lasciate nel corso della Storia, dai rari tentativi più o meno riusciti

di sollevarsi dal suolo, tappe di un'aspirazione che solo nel 1903 troverà il suo primo vero successo da cui partirà lo sviluppo futuro dell'aviazione e dell'aeronautica.

Se parlare di volo per l'antichità classica e per il medioevo è forse eccessivo, non vuol dire però negare ogni tentativo, più o meno riuscito, di sollevarsi o di librarsi nell'aria, tant'è che di episodi del genere se ne contano alcuni, di cui ci sono pervenute le relative menzioni. Ambientate in varie parti del pianeta, si succedono, a partire dall'età classica, nelle raffigurazioni, nelle cronache e nelle leggende in Oriente come in Occidente. Due i principi fisici alle loro spalle: sollevarsi con mezzi più leggeri dell'aria l'uno, librarsi con mezzi più pesanti l'altro. In altre parole, galleggiarvi sopra passivamente o mantenersi sopra attivamente, differenza vigente fra una mongolfiera ed un aeroplano, come pure tra una zattera ed un aliscafo.<sup>1</sup> Squisitamente

<sup>1</sup> Per un primo approccio all'argomento cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica*, Roma 2013, *Età Moderna*, pp. 238-44



a posteriori la supposizione che il distacco da terra con un mezzo più pesante, richiedendo una sorgente energetica abbastanza potente, ovvero un motore, fosse perciò la più recente. Certamente fu subito chiaro che gli uccelli assolvevano a tale esigenza con i loro poderosi muscoli pettorali, ma con altrettanta evidenza le foglie, che ne erano prive, si sollevavano lo stesso ad ogni folata di vento, come del resto anche le falde di cenere su di un rogo, spinte dalla forza ascensionale dell'aria calda.

In Cina quel fenomeno fu presto recepito in entrambe le estrinsecazioni portando sin dall'antichità, grazie alla disponibilità di ottima carta, sia alla realizzazione d'involucri per aria calda che di superfici alari per cervi volanti. Circa i primi non differiva gran che dalle attuali buste per il pane. In corrispondenza della loro apertura, orientata in basso, si collocò una torcia, la cui fiamma riscaldava in pochi istanti l'aria contenuta nell'involucro. Ne scaturiva un'antesignana mini mongolfiera che subito si sollevava. I lanci, logicamente, avvenivano con le tenebre e si proponevano come una surreale inversione delle stelle cadenti dal momento che, esauritasi in breve la fiamma, quei punti luminosi nel cielo notturno svanivano. Come in tutti i giochi di successo, via via si incrementarono le dimensioni del sacchetto e della torcia, che ben presto si trasformarono in capaci palloni ed in ampi bracieri, essendo evidente la correlazione tra potenzialità ascensionale e volume dell'involucro, ren-



In alto: Una moderna lanterna volante cinese  
In basso: Ascensione notturna delle lanterne volanti  
Alla pagina precedente: L'aliante dei fratelli Wright





dendoli idonei a sollevare persino il peso di un uomo. Per una persona di piccola costituzione, infatti, sarebbe bastata una sfera di una decina di metri di diametro: sull'attuazione dell'ipotesi, tuttavia, non si hanno riscontri storici ma solo sperimentali, in particolare sul deserto di Nazca.<sup>2</sup>

Proprio lì, del resto, le tracce a terra del sollevamento umano con un mezzo più leggero sono per molti studiosi di gran lunga più enigmatiche, o di contro più eloquenti per molti altri, su quel arido altipiano senza vegetazione di sorta. Lì centinaia di linee rette, lunghe fino a 65 km, disegni e composizioni geometriche di proporzioni colossali, si susseguono sopra quella sorta d'immensa lavagna, evitata dalle piogge degli ultimi dieci millenni. A prima vista quell'inestricabile groviglio d'innunerevoli striature sembra suggerire solo un faticoso passatempo collettivo, implicante lo spostamento di migliaia di metri cubi di pietrisco, o un partecipato rituale religioso. Per dare un'idea dimensionale del fenomeno si tratta di oltre 13.000 linee, che formano circa 800 disegni, alcuni dei quali lunghi quasi duecento metri! Fatica spossante compiuta sotto il sole battente e senza il benché minimo refrigerio, fosse pure la modesta ombra di un albero! Certamente quei *geoglifi*, neologismo coniato per tentare di definirne la tipologia, possono suporsi di finalità rituale quando a soggetto animale, ma, nel caso di tracciati interminabili e di complesse composizioni geometriche, a cosa potevano servire? Vi è poi un'altra e risaputa constatazione: tutti i tracciati appaiono nitidi se osservati da un centinaio di metri d'al-

tezza. Al di sotto, però, sono indistinguibili e, molto al di sopra, invisibili. Quasi scontato ipotizzare che chiunque li eseguì era in grado di poterli rimirare dall'alto, magari per dirigerne la corretta esecuzione, sollevandosi sul deserto forse con rudimentali mongolfiere ad aria calda, prodotta da roghi le cui vestigia nerastre ancora si distinguono nel rigido crepuscolo mattutino. Di recente se ne è effettuata la verifica sperimentale, constatandosene la perfetta congruità.

Tornando all'Estremo oriente, molto più dettagliate e circostanziate risultano le notizie relative al sollevamento umano con mezzi più pesanti dell'aria, quali i cervi volanti giganti. Una nota leggenda giapponese, ad esempio, narra di un nobile samurai, tal *Minamoto Tametomo*, che intorno al 1100, durante la *Guerra Gempei*, fu condannato all'esilio da scontare sull'insospitale isola di Oshima dell'arcipelago di Izu. A rendere la pena oltremodo intollerabile fu l'associazione, nell'espiazione, del giovane figlio, ingiustizia che spinse il disgraziato genitore a costruire un grande aquilone, per permettere al ragazzo di guadagnare la terraferma.

Il volo riuscì e, fatta salva la felice conclusione, il racconto rievoca la vicenda di Dedalo e Icaro, lasciando intravedere fra le due avventure aeree una indubbia correlazione: i contatti fra i due mondi, del resto, non sono mai mancati, essendo la via della seta praticata da millenni.

Per rintracciare, però, dei riferimenti scrupolosi e cronologicamente determinati in merito agli aquiloni giganti con equipaggio a bordo, bisogna attendere il 1285 ed il *Milio-*

2 Cfr. W. H. ISBEL, *The Prehistoric Ground Drawings of Peru*, in *Photographie und Forschung. The Context in the Service of Science*, 1978

In basso e nelle pagine a seguire: *Geoglifici di Nazca*







ne di Marco Polo. Stando alla sua narrazione, infatti, allorché una nave doveva intraprendere un lungo viaggio, i marinai, per trarre auspici sul propizio spirare dei venti, costruivano un aquilone gigante, fissandolo a ben otto funi di manovra. La macchina, sebbene di vimini e carta, pesava alcune tonnellate, stazza che cresceva ulteriormente quando vi si vincolava con robuste cinghie il pilota, quasi sempre del tutto inconsapevole. All'epoca, infatti, i locali ritenevano, e non senza ragione, che solamente un folle o un ubriaco, po-

tessero sollevarsi su di un siffatto veicolo. Ad ogni buon conto, vincendo le intuibili resistenze e difficoltà, se il decollo avveniva regolarmente e rapidamente il viaggio non avrebbe incontrato ostacoli, in caso contrario sarebbe stato meglio rinviarlo. Marco Polo, non si sofferma a ricordare la sorte del coatto aviatore ma se ne deve presumere l'abituale felice atterraggio, successo nella temeraria impresa che gli faceva meritare vasta ammirazione e nuove bevute!

L'aquilone gigante in quel XIII secolo aveva alle sue spalle già un notevolissimo stato di servizio. Da altre fonti abbastanza attendibili e concordi, infatti, si apprende che quei colossi di carta e vimini conobbero, oltre un millennio prima, un ampio impiego militare: sul finire del terzo secolo a.C., ad esempio, sembra che il celebre generale cinese Han-Sin sia atterrato con il suo aquilone dinanzi alle truppe schierate. Dopo tale premessa un lunghissimo elenco di analoghe *performance*: dalla dinastia Song (960-1279) s'iniziarono a costruire aquiloni da bombardamento, facendogli trasportare piccole cariche di polvere pirica di circa 500 grammi, a diverse centinaia di metri d'altezza in maniera da dirigerli sulla verticale del bersaglio. Mediante rudimentali micce se ne provocava la caduta e l'esplosione sul nemico: la precisione era scar-

sa ma l'effetto terrifico enorme! Ancora maggiore quando a piombare dal cielo non furono dei rumorosi mortaretti ma agguerriti incursori, procedura anche questa riportata da diversi cronisti cinesi coevi. Stando alle loro rievocazioni la fortezza di Koryo in Corea, fu espugnata impiegando per la prima volta assaltatori aviotrasportati, ciascuno dei quali condotto sull'obiettivo da un aquilone! Quanto al criterio informatore alle spalle degli aquiloni giganti, deve ricondursi quasi certamente alla vela: come questa, catturan-



do il vento, spingeva sul mare una barca, così una simile catturando le termiche avrebbe sollevato una leggera navicella o il solo pilota. Il velivolo, termine mai come in questo caso calzante alla lettera, avrebbe assunto perciò l'aspetto di un'enorme vela orizzontale.

Come, poi, fossero fatti quei giganti dell'aria lo sappiamo con assoluta attendibilità dal momento che i pescatori di un piccolo villaggio marittimo del Giappone, in ossequio ad un'ultramillenaria tradizione, hanno continuato a costruirli con bambù e carta, anno dopo anno, fino agli inizi del secolo scorso.<sup>3</sup> Per l'esattezza fino al 1914, allorquando iniziò a difettare la pregiata carta orientale, la cui resistenza non differiva da quella delle vele, giusto in tempo per lasciarcene un'eloquente testimonianza fotografica. La carta si rivelò insostituibile, tant'è che in seguito, pur non difettando il bambù, nessuno seppe più dove procurarsela! Per secoli, infatti, quel complesso lavoro collettivo iniziava proprio con l'approntamento degli spessi fogli, necessari per coprire i circa 300 mq della grande orditura e dei relativi bambù di supporto. Quasi tutti gli abitanti si dedicavano a legare le canne del telaio, su di un'apposita spianata, realizzando così un elastico e leggero reticolo al quale fissavano la carta con stringhe vegetali. Ultimata la costruzione del colossale aquilone, pesante alcune tonnellate, largo una trentina di metri per una decina di lunghezza, lo si trasportava sulla spiaggia, dove bastava esporlo appena inclinato ai forti monsoni per vederlo subito sollevare. A trattenerlo e a manovrarlo con spesse gomene, provvedevano centinaia di persone, le stesse che lo avevano costruito.

<sup>3</sup> Cfr. B. RUDOLFSKY, *Le meraviglie dell'architettura spontanea*, Bari 1979, pp. 132-35



Una seconda tipologia di dispositivi più pesanti dell'aria, che permettevano brevi voli librati, vanta un'altrettanta remota anzianità ma in Occidente: quella delle superfici alari posticce, la cui ultima derivazione è il deltaplano. Anche di queste se ne rintracciano menzioni sin dagli inizi della nostra era, come quella ambientata alla presenza di Nerone con Simon Mago per protagonista. Questi tentando di effettuare un volo librato, si lanciò dalla cima di un edificio, forse una traliccio appositamente costruito,







planando velocemente, prestazione dai cristiani attribuita all'aiuto diabolico. Stando però alle laconiche fonti laiche, Simone per quella temeraria dimostrazione più che sulle potenze infernali, fece affidamento su di una misteriosa *macchina alare*, forse delle ali posticce o forse un embrionale paracadute, come quelli già da secoli usati dagli acrobati cinesi. Quale che fosse il congegno, di certo non funzionò a dovere e l'incauto aviatore si schiantò al suolo, rompendosi le gambe, accreditando così la leggenda di un intervento diretto di San Pietro, per porre fine al blasfemo volo. La sua tomba, o quel che ne resta, sta ad Ariccia, non lontano da Roma. Di ali posticce si avvalsero pure altri due misconosciuti pionieri del volo librato, vissuti quasi nella stessa epoca e finiti per analoghe ragioni entrambi con le gambe fratturate. Il primo, la cui statua si osserva dinanzi all'aeroporto internazionale di Baghdad (analogia irachena del nostro Leonardo da Vinci dinanzi all'omonimo aeroporto), fu uno scienziato arabo, Abbas Ibn Firnas, nato nell'810 nei pressi di Cordoba. Alla non verde età di 65 anni, dopo aver studiato a lungo il volo degli uccelli, si costruì delle leggere ali di vimini e tela e si lanciò dall'alto del minareto della Grande Moschea della città, divenuta in seguito una cattedrale. Restò in aria una decina di secondi, e poi non potendo governare quella macchina priva di coda, ricadde malamente, rompendosi le gambe e fratturandosi alcune costole. Morì una dozzina d'anni dopo, e, pur avendo ben compreso la ragione della caduta non ebbe, più l'opportunità di ritentare il volo. Eilmer di Malmesbury, il secondo, nacque a intorno al 980 in Inghilterra e divenne monaco benedettino presso l'abbazia di Malmesbury, di-



stinguendosi per le conoscenze scientifiche. Tra il 1002 ed i 1010, costruì delle ali posticce si lanciò dal campanile della abbazia e, dopo una planata di circa 2-300 m, mancando anche a lui i piani di coda per governare il volo, atterrò malamente, fratturandosi le gambe. Ridisegnò la sua macchina, ma l'abate non gli consentì altre prove: oggi è ricordato in una vetrata della cattedrale. Più documentati e meno cruenti i tentativi di volo librato effettuati da Karl Wilhelm Otto Lilienthal, 1848-1896<sup>4</sup>, che dimostrarono se non l'altro la concretezza del volo del più pesante dell'aria.

In alto e alla pagina a sinistra: *L'arcostato sperimentale ad aria calda fatto sollevare su Nazca*

4 Cfr. O. LILIENTHAL, *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst*, Berlino 1889





Quanto poco differisse l'aereo del fratelli Wright da quest'ultimo rudimentale alante, se non per l'adozione del motore, lo si può facilmente arguire dal rapporto redatto dallo stesso Orville Wright, 1871-1948, il più giovane dei due fratelli, ai comandi del velivolo di quello che viene considerato il primo volo, compiuto il 17 dicembre del 1903, che così tramanda: "il volo fu tutto un susseguirsi di su e giù, in parte provocati dal vento e in parte dalla mancanza di esperienza nel governo della macchina... che saliva improvvisamente di tre metri e poi altrettanto improvvisamente tornava al suolo. Poco più di 36 metri dal punto in cui si era staccato dal suolo, l'aereo toccò terra... Aveva volato a una velocità all'aria di più di 13 metri e mezzo al secondo (circa 48 km/h n.d.A.) per un totale di 12 secondi... Un aspetto sorprendente dell'impresa fu che sia io che mio fratello la affrontammo vestiti come sempre, con un bel colletto bianco inamidato e la cravatta".<sup>5</sup> L'evento lasciava ormai facilmente preconizzare l'avvento di un mezzo aereo, debutto particolarmente atteso e da tempo auspicato, negli ambienti militari che, non restarono delusi dalla modestia di quel goffo saltellare, ma ne immaginarono subito la rapida evoluzione che infatti, e con velocità persino maggiore delle più rosee aspettative, si estrinsecò negli anni immediatamente successivi. Quattro anni dopo, infatti, il 23.12.1907 il *Signal*

<sup>5</sup> La citazione è tratta da AA. VV., *Storia dell'aviazione*, Milano 1973, vol. I, p. 6

In alto e al centro: Ultime foto di un aquilone gigante orientale

In basso: Moderno deltaplano



*Corps* dell'esercito statunitense, l'unità che inquadrava i vari reparti di aerostieri, stipulò una precisa specifica, la 486, che definiva le caratteristiche che i futuri apparecchi, destinati alle forze armate dovevano possedere. Tra queste una velocità non inferiore ai 65 km/h, un'autonomia di almeno un'ora, una capacità di carico di due persone e carburante per 200 km ed infine la possibilità di facile smontaggio dell'apparecchio per il trasporto su carri ippotrainati!

L'evoluzione tecnica che in quello stesso scorcio storico si stava sviluppando, almeno inizialmente, riguardò più che l'architettura degli apparecchi, i loro motori, dai quali si richiese crescente potenza e minore peso. Non a caso, perciò: "forse è per il motore d'aereo che gli sforzi sono stati più considerevoli e più notevoli i risultati. Le vie erano molte strette, tanto per la potenza del motore che per il suo peso. Nel 1920, si era già a meno di un chilo per cavallo. Il problema della pressione trovò soluzione solo dopo molto tempo: a più di 5.000 metri d'altezza, la potenza cadeva della metà. La scoperta del correttore altimetrico, la sovralimentazione e la sovracompressione permisero il superamento di un li-

mite molto ristretto."<sup>6</sup> Nell'ambito motoristico si manifestò sin dall'inizio la rivalità fra i motori rotativi francesi, leggeri e potenti ma di alto consumo di carburante ed olio, e quelli tedeschi in linea più pesanti e lenti, ma bisognosi di minor alimentazione e lubrificazione. Non si trattava di un confronto tecnico ma di una diversa concezione tattica sull'impiego della nascente aviazione: per i Francesi, eminentemente

6. Da B. GILLE, *Storie delle tecniche*, Roma 1985, p. 452.

In basso a sinistra: *Il traliccio da cui si gettò Simon Mago in un affresco di Giotto*

In basso a destra: *Vetrata dell'abbazia di Malmesbury raffigurante Eilmer di Malmesbury*





da caccia, con monoposto agili e scattanti da usare in brevi raid difensivi; per i Tedeschi, eminentemente da bombardamento, con pesanti apparecchi capaci di lunghe crociere con rilevanti carichi! In ambedue i casi, quali che fossero le relative motorizzazioni, quelle macchine dovevano sostenere ancora molte significative migliorie per entrare in produzione, a cominciare dalle fin troppo fragili ed esili carlinghe. Pochi anni dopo, quando ormai la disputa sui motori si era in qualche modo esaurita, un progettista aeronautico tedesco, Hugo Junker, iniziò a studiare la maniera di realizzare un velivolo del tutto diverso dagli esistenti, senza orditura di legno e superfici alari di tela, tenute insieme da tiranti e controventi: un aereo interamente metallico con la carlinga completamente chiusa, quale poi si vedrà in concreto solo negli anni '40. Il metallo ideale per un impiego del genere sarebbe stato il duralluminio, ma trattandosi di una lega inventata da pochissimi anni, con i titoli ottimali ancora da stabilire in modo adeguato in funzione delle precipue destinazioni e tenendo anche conto dei non improbabili difetti, se ne rinunciò all'uso. Fu pertanto giocoforza per Junker optare per la lamiera d'acciaio, soluzione che però aggravò notevolmente il peso

dell'aereo, compromettendone sensibilmente le prestazioni. Il primo prototipo lo *Junker J1* venne fatto volare il 12 dicembre del 1915: in fase di atterraggio riportò danni all'ala, che riparata nel corso delle festività natalizie, consentì un secondo tentativo il 18 gennaio del 1916 dall'esito positivo ma non certo convincente per le prestazioni, tant'è che non ne conseguì alcuna commessa per la produzione seriale. Seguirono altri prototipi che tuttavia pur con l'aumento della potenza del motore non riuscirono a fornire le prestazioni richieste. Quanto alle caratteristiche del primo velivolo della serie possono così riassumersi: monoplano monomotore ad ala media, lunghezza 8,6 m, apertura alare 13 m, altezza 2,5 m, superficie alare 24 m<sup>2</sup>, peso a vuoto 920 kg, peso lordo 1080 kg, motore Mercedes 6 cilindri in linea da 90 kw, velocità massima 170 km/h, dalla curiosa denominazione di 'asino di latta'.<sup>7</sup> Erano passati appena 12 anni dal goffo volo dei fratelli Wright!

7 Cfr. G. SCHMITT, *Junkers und seine Flugzeuge*, Berlino, 1986

In alto, in entrambe pagine: Karl Wilhelm Otto Lilienthal in volo librato  
In basso alla pagina a destra: Biblano francese da caccia Nieuport









In alto: *Un prototipo: lo Junker J 10*

In basso a sinistra: *Triplano tedesco da caccia del celebre Barone Rosso*

In basso a destra: *Biplano francese da caccia Nieuport*



Alla pagina a destra

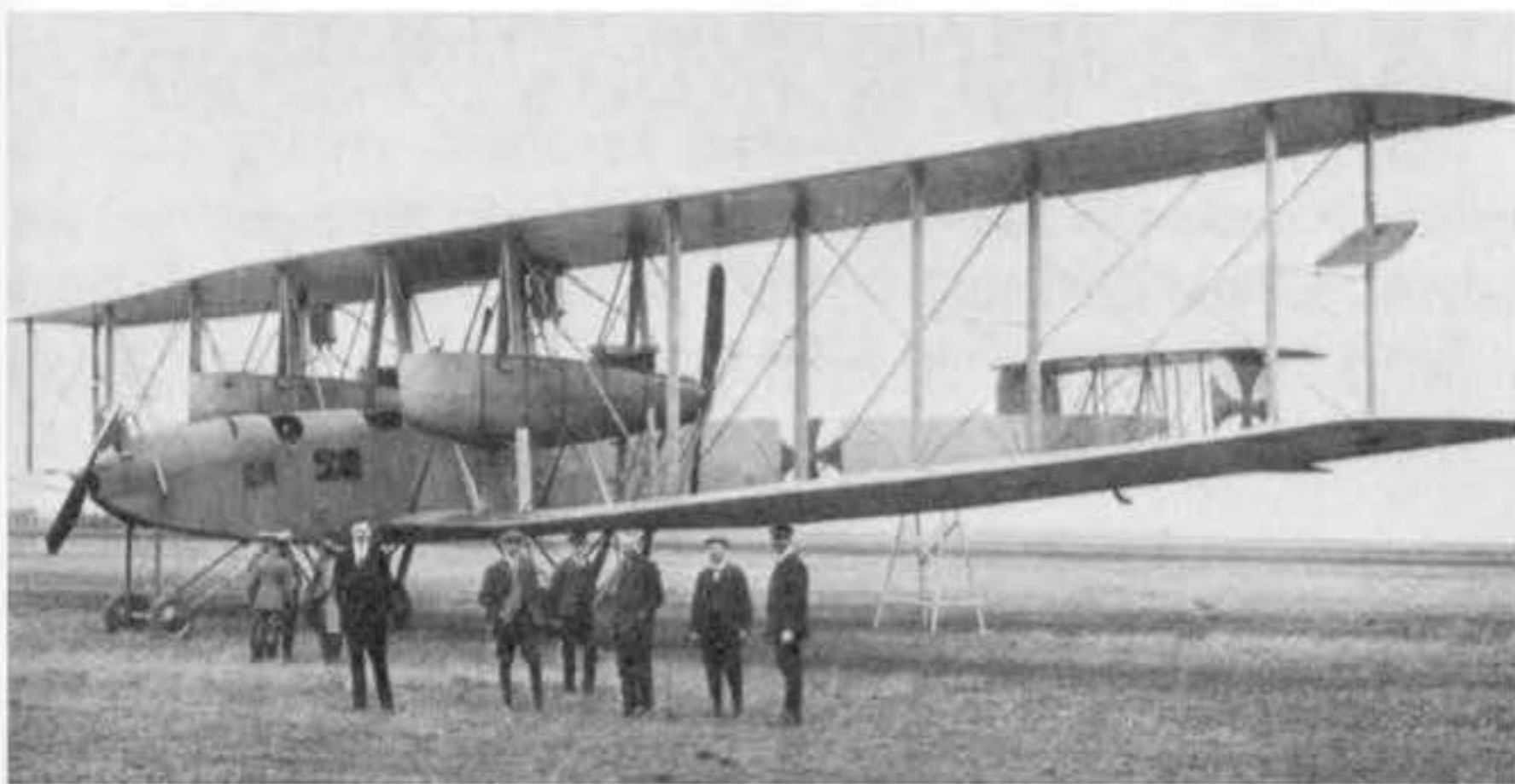
In alto: *Bombardiere tedesco Gbota G.V*

Al centro: *Bombardiere pesante tedesco Zeppelin-Staaken*

In basso: *Rarissima foto del primo aereo interamente in metallo, lo Junker J1*











Ma la guerra, oltre alle migliori tecniche rivoluzionarie e accelerate, provocò una seconda e forse persino maggiore evoluzione nell'utilizzo dei mezzi volanti e in particolare degli aerei. Gli scontri, infatti, avevano fatto conoscere universalmente l'aeroplano e le sue potenzialità, dimostrandone affidabilità e sicurezza nonostante che tra il 1914 e il 1918 si fosse: "lavorato in modo frettoloso e sull'improvvisazione. Le necessità belliche avevano imposto tipi di aerei particolari. E' la gran quantità di apparecchi rimasti una volta finita la guerra che spinge alla loro utilizzazione in campo civile. Nel febbraio del 1919 fu inaugurato il primo servizio sulla rotta Parigi-Londra con undici passeggeri, e quello sulla Parigi-Bruxelles, con cinque passeggeri con aerei *Goliath F60*".<sup>8</sup> Per quanto simili per velocità e capacità di carico, la trasformazione di aerei da bombardamento in aerei da trasporto mercantile e, soprattutto, passeggeri richiedeva vaste modifiche a volte tanto radicali da originare una nuova tipologia di aerei, ben diversa dai precedenti militari per confort e prestazioni. In tale concezione, per facili considerazioni il monoplano s'impose e con lui l'orditura interna in alluminio, il carrello retrattile e la car-

8 Da B. GILLE, *Storie delle tecniche*, Roma 1985, p. 456



linga destinata ai passeggeri progressivamente più comoda. L'intera metamorfosi sarà completata agli inizi degli anni '30, una dozzina di anni appena dopo la fine della guerra.

### *Alluminio: dagli aerei alle pentole*

A Londra, in piazza Piccadilly Circus, si può ammirare la statua di Anteros, con ali di farfalla come il fratello maggiore Eros, preposto per la mitologia greca all'amore ricambiato. Per i cristiani divenne, invece, l'angelo della carità cristiana, meritandosi così la statua eretta nel 1893 con un metallo all'epoca reputato ancora prezioso per le sue singolari proprietà: l'alluminio. Pur essendo stato scoperto ed isolato intorno al 1827, per la difficoltà connessa alla sua produzione godeva di tale reputazione senza peraltro avere ancora trovato alcun concreto utilizzo, complice ovviamente il suo alto prezzo. Sul finire del XIX secolo la situazione mutò drasticamente dal momento che i minerali contenenti l'alluminio, primo fra tutti la bauxite,<sup>9</sup> si rinvenivano in abbondanza un po' dovunque, tant'è che agli inizi del '900 si giunse alla conclusione che fosse il terzo elemento più diffuso sulla terra. Tuttavia, nonostante tanta diffusione, non esisteva in natura allo stato libero e quando si riuscì finalmente ad ottenerlo

9 Cfr. E. ARTINI, *I minerali*, Milano 1941, pp. 392-3

In alto: Soldati del Signal Corp appoggiati alla navicella di un aerostato  
In basso: Il bombardiere francese Goliath F60 costruito dalla Société des avions H. & M. Farman ed adattato ad aereo passeggeri



Alla pagina a sinistra  
In alto: Fotoritratto di Hugo Junker  
In basso a sinistra: Wilbur Wright  
In basso a destra: Orville Wright







puro, ostentava proprietà meccaniche di insignificante livello, che solo con la successiva formazione di adeguate leghe potettero essere corrette. Nonostante la ormai risaputa abbondanza, sull'abbrivio degli iniziali alti prezzi se ne avviò l'estrazione dai numerosi giacimenti individuati non di rado in località impervie, e quando l'energia elettrica, agevolandone la produzione, ne abbatté il costo, l'alluminio esordì in discreta abbondanza sul mercato. Restava, tuttavia, da trovargli un adeguato utilizzo che ne giustificasse il prosieguo della produzione, al di là di marginali impieghi.

Delle sue peculiarità due furono subito evidenti e, per vari aspetti, particolarmente apprezzate: la notevole leggerezza, data da una densità di circa  $2.6 \text{ kg/dm}^3$  e la sua apparente inossidabilità, che lo rendevano idoneo all'esposizione agli agenti atmosferici. Per la verità, come in breve fu chiaro, il

In alto a sinistra: La statua di Anteros a piazza Piccadilly a Londra  
In alto a destra: Campione di bauxite



metallo si ossidava velocemente, ricoprendosi di un sottilissimo strato di ossido trasparente che lo passivava. Ed: "è per questa proprietà di resistere agli attacchi chimici che l'alluminio viene usato nell'industria alimentare, sia nelle macchine per lavorare gli alimenti, che nei contenitori e nei fogli d'imballaggio... Infine uno dei pregi dell'alluminio è il suo costo relativamente basso."<sup>10</sup> In ogni caso, correttane l'eccessiva malleabilità, che lo collocava al secondo posto dopo l'oro, il suo ambito d'impiego doveva ricercarsi, come ricordato, nelle produzioni che richiedevano unitamente alla leggerezza una resistenza alla corrosione. Peculiarità che si intravidero validissime nell'ambito di una tipologia di costruzioni meccaniche che proprio intorno al primo decennio del secolo scorso si andava sviluppando: quelle aviatorie, sia con

<sup>10</sup> Da R. FIESCHI, *Dalla pietra al laser. Materiali e civiltà nel corso dei secoli. Come gli uomini modificando la natura hanno costruito il loro mondo*, Roma 1981, p. 101





mezzi più leggeri dell'aria, aerostati e dirigibili, sia con i più pesanti, aeroplani. Fu soprattutto nella costruzione di questi ultimi, dapprima limitata a soli componenti meccanici, quali longheroni e tubi e quindi all'intera struttura, che quel nuovo metallo si guadagnò rapidamente una crescente adozione. L'evoluzione, tuttavia, almeno fino all'esplosione della guerra si confermò, come accennato, lentissima - come si può ricavare dalla singolare decisione che prese nel 1914 l'allora capo di stato maggiore dell'Esercito Italiano di liquidare l'aereo e chiudere per conseguenza le relative scuole di pilotaggio affermando: «per la scarsa portata dei servizi che l'aviazione può rendere, è inutile dedicarvi energie di persone e denaro».<sup>11</sup>

11 La citazione è tratta da AA. VV., *Storia dell'aviazione*, Milano 1973, vol. I, p. 33.

In alto: *Dirigibile Zeppelin in fase di applicazione dell'involucro dallo scheletro di alluminio*

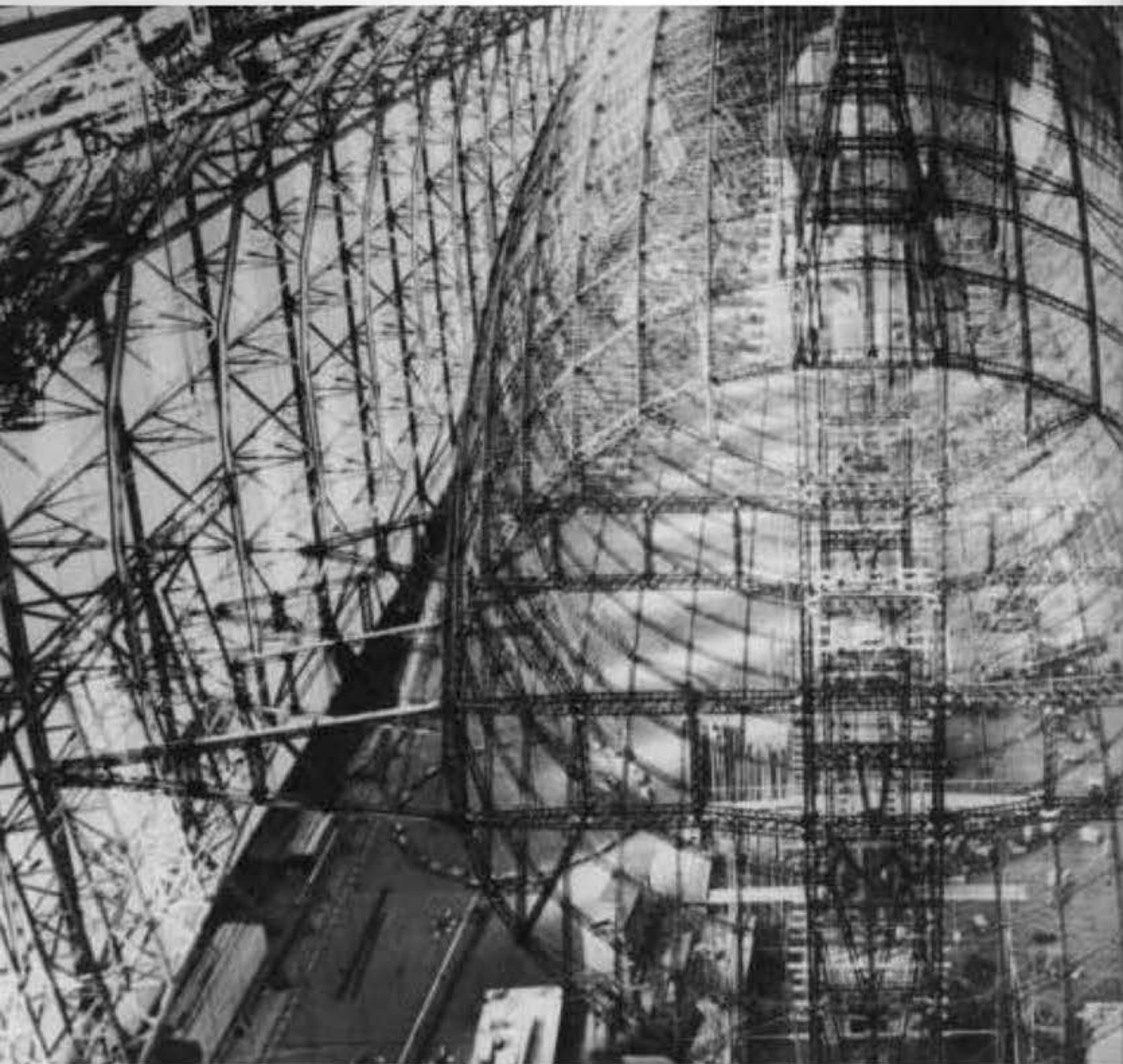
Pochi mesi dopo saranno gli eventi a confermare l'importanza degli aerei nel conflitto, e la loro causa non ebbe più bisogno di essere sostenuta, per cui tanto i piloti che le macchine subirono un vistoso salto di qualità, accrescendosi, sia pure in maniera marginale, il numero delle componenti realizzate in alluminio a partire dai carter degli stessi motori. Paradossalmente, ancora sul finire del primo decennio del secolo scorso: «l'alluminio, il metallo tipico delle costruzioni aeronautiche, aveva solo un limitatissimo impiego, all'infuori dei carter di diversi tipi di motori. Le sue scarse doti di resistenza ne restringevano l'impiego a qualche pannello asportabile... Fu solo la realizzazione di una lega alluminio-rame ad opera della ditta tedesca Durener Metal Werke... che portò al duralluminio e, infine, all'affermazione delle leghe leggere in campo aeronautico».<sup>12</sup> Forse intuendosi l'importanza che il nuovo metallo avrebbe acquisito in vari settori d'impiego, l'estrazione dei suoi minerali, prima fra tutti la bauxite, si intensificò un po' dovunque anche in Italia, ritrovandosene facilmente in giacimenti altamente remunerativi. Si aprirono perciò numerose miniere, più o meno rudimentali con impianti di trasporto altrettanto rozzi, ma che lasciavano prefigurare successivi importanti sviluppi, ma la previsione di un massiccio impiego aeronautico dovette essere rinviata.

La conclusione del conflitto, con il drastico ridimensionamento dell'industria aeronautica, lo stop alle commesse ed alle ricerche del settore, infatti, arrestò quasi del tutto la richiesta dell'alluminio, stimolando la ricerca di nuovi ambiti d'impiego, per tentare di salvare la filiera del metallo. E la si trovò negli oggetti domestici di uso quotidiano, complice pure l'autarchia che si andava profilando con la sua esasperata richiesta di metalli pesanti, primo fra tutti il rame. Ci si accorse allora che l'alluminio tra le altre connotazioni aveva quella di essere un ottimo conduttore di energia elettrica, per cui poteva sostituire il rame non solo nella fabbricazione di cavi e degli avvolgimenti dei motori e dei trasformatori,<sup>13</sup> ma anche delle pentole, per lo più ancora di rame! Comparvero così batterie da cucina, casseruole e contenitori vari in alluminio, impieghi che già avevano sostenuto un severo collaudo come gavette e borracce su tutti i teatri di combattimento, con ottimi risultati. Oggi quella produzione ancora continua: teglie, tegami e casseruole di alluminio costano poco, pesano pochissimo e, con-

12 La citazione è tratta da AA. VV., *Storia dell'aviazione*, Milano 1973, vol. I, p. 38.

13 Scriveva, infatti, nel 1941, il prof. Artini nel suo trattato sui minerali (v. nota n°5) al riguardo: «Per l'Italia questo minerale riveste oggi un'importanza particolare, in quanto l'alluminio ricavato dai nostri estesi giacimenti di bauxite permette di sostituire autarchicamente il rame...» da E. ARTINI, *I minerali...*, cit., p. 392.







ducendo bene il calore, si scaldano rapidamente. Unica controindicazione è il timore che i sali di alluminio, formatisi spontaneamente durante la cottura dei cibi, o persino durante la loro permanenza in recipienti di alluminio, per tutti le ben note 'vaschette', siano in qualche modo responsabili di malattie quali Alzheimer, soprattutto quando il metallo è corrosivo o graffiato.<sup>14</sup> Al fine di ridurre questo rischio si sono banditi dalla cottura in recipienti di alluminio i cibi molto salati o acidi, come a esempio il succo di limone, la salsa di pomodoro e numerosi altri ancora. Di recente poi è stato introdotto nella produzione di pentolame e affini l'alluminio anodizzato che, avendo la superficie a contatto con i cibi resa passivata da un sottile strato di ossido, non entra in alcun modo in soluzione con essi, facendo perciò decadere le anzidette limitazioni.

Un ulteriore impiego dell'alluminio come recipiente minimo ma sempre per uso alimentare è la realizzazione della miriade di tubetti, di variabilissima forma e dimensione, destinati a contenere pomate, creme, dentifrici, concentrati di verdura, sughi, ecc. - tanto per citarne solo alcuni esempi, che al pari della guerra celebrano quest'anno il loro centesimo anniversario. Furono ideati nel 1913 da un giovane tecnico tedesco, Alfons Mall,

14 In merito cfr. NEURAL DYNAMICS RESEARCH GROUP, DIPARTIMENTO DI OFTALMOLOGIA E SCIENZE VISIVE, UNIVERSITÀ DELLA BRITISH COLUMBIA, VANCOUVER, BC, CANADA, *Alluminio e malattia di Alzheimer: dopo un secolo di polemiche, c'è un legame plausibile?* Vancouver, Canada

*Scheletro in alluminio di un grande dirigibile Zeppelin*





di Baden in Germania, che inventò pure i macchinari necessari per produrli in tirature numerosissime. In quello stesso anno si tennero le prove in Svizzera per accertarne la validità, prima di avviarne la produzione in massa. L'esplosione della guerra, paradossalmente in questo caso, bloccò lo sviluppo ma non cancellò l'idea, che riprese vigorosa subito dopo la sua conclusione, dopo che nel 1919 era comparso un altro prodotto di alluminio destinato a restare nelle nostre case: i fogli sottili con i quali dapprima si confezionarono le tavolette di cioccolato e poi qualsiasi prodotto commestibile.

La ripresa dell'impiego dell'alluminio nel settore aeronautico avverrà invece sul finire degli anni '30, quando un forte impulso all'adozione massiccia dell'alluminio nella costruzione

*In alto e in basso a sinistra: Veduta di una miniera di bauxite nel massiccio del Matese aperta agli inizi del '900 e veduta dell'ingresso dall'interno.*

*Alla pagina a destra*

*In alto a sinistra: Antiche pentole in rame*

*In alto a destra: Batteria di pentole in alluminio*

*Al centro: Un rotore di un turbo-alternatore con avvolgimenti in alluminio*

*In basso: Colata di alluminio fuso*







dei velivoli fu consentito dall'affermarsi di alcune sue nuove leghe che erano riuscite ad incrementarne in maniera notevole la resistenza senza accrescerne la densità, definite genericamente leghe leggere. Tra queste si distinse, in particolare, quella rame-alluminio, chiamata *duralluminio*, con superiori caratteristiche meccaniche. In realtà, pur essendo il cosiddetto *duralluminio* - o anche emblematicamente *avional*, inventato nel 1903 e immesso in commercio nel 1909, fu usato dapprima soltanto nella costruzione dei telai dei dirigibili, per cui la sua importanza era tale che la lega veniva considerata un geloso segreto militare, e solo a partire dagli anni '30 nella costruzione di aerei.<sup>15</sup> La sua adozione consentì di realizzare di lì a breve apparecchi interamente metallici, fornendo così la conferma che il criterio informatore dello sfortunato Junker J1, impossibilitato ad avvalersene, aveva fatto presagire.

### *Un motore per l'aviazione*

Dei tre ambiti terrestri, due - quelli dell'acqua e dell'aria, per ovvie ragioni non permettono il sostentamento passivo, a meno di non risultare più leggeri delle rispettive densità. Condizione questa definita *galleggiamento* e di gran lunga più nota per l'acqua che per l'aria. Eppure una mongolfiera ad aria calda o un pallone pieno d'idrogeno o, infine, un dirigibile ripieno d'elio, sotto quest'aspetto sono l'esatto equivalente aereo della barca e della nave. O, a voler essere pignoli, del sommergibile, col quale condividono il trovarsi all'interno della massa fluida piuttosto che alla sua superficie e l'essere trascinati come lui dalle correnti, abitualmente dette venti. Ma galleggiare sull'acqua o nell'aria non significa navigarvi, cioè muoversi a discrezione in una precisa direzione, trattandosi della medesima manifestazione del principio di Archimede: in entrambi i casi, infatti, tutti gli eventuali spostamenti sono causati esclusivamente da quelli delle masse circostanti. Discorso ben diverso quando il sostentamento diventa dinamico, cioè scaturisce dal formarsi di una forza verso diretta verso l'alto, propriamente definita *portanza*, che consente ad un mezzo più pesante del fluido di restare sulla sua superficie o, comunque, non alla sua base. Per le imbarcazioni è il caso degli aliscafi, le cui tozze ali immerse, da una certa velocità in poi, forniscono un'adeguata portanza che superato il peso dell'intera imbarcazione, la solleva sull'acqua. A questo punto termina il galleggiamento dello scafo e si avvia il volo, sia pure quasi radente la cima delle onde. Comportamento identico anche negli aerei le cui ali, da una certa velocità in poi, determinano una portanza che li solleva da ter-

ra facendoli volare. In entrambi i casi, la portanza deriva dalla maggiore pressione che si manifesta sulla faccia inferiore dell'ala rispetto alla superiore, determinando la forza verso l'alto che ne provoca l'innalzamento. E se le ali per l'acqua sono vistosamente più corte di quelle per l'aria, la ragione va ricercata soltanto nelle due, altrettanto cospicue, differenze di densità. Discorso sostanzialmente identico anche per gli elicotteri, le cui pale del rotore si comportano esattamente come altrettante ali, nelle quali però la velocità necessaria per attingere la portanza per sollevarsi da terra è data dalla loro rotazione.

Alquanto diversa, invece, la portanza generata dalle ali battenti degli uccelli: queste, con il loro vigoroso movimento, comprimono l'aria sottostante rarefacendo quella sovrastante, ottenendo così un'analogia spinta verso l'alto, un'analogia portanza. Soluzione adottata dalla natura in modo quasi esclusivo, ma troppo delicata e complicata per essere imitata, sebbene foriera di prestazioni assolutamente precluse all'ala fissa, come il decollo o l'atterraggio da fermo o, magari, da o su un piccolo appiglio. La ragione ultima va attribuita ai motori muscolari capaci di trazioni e contrazioni, ma non di rotazioni. Quale che sia il sistema di sostentamento impiegato, affinché possa manifestarsi è necessario far raggiungere al mezzo una discreta velocità che, venendo meno l'attrito terrestre, può ottenersi soltanto per reazione. Sotto questo profilo l'elica o il razzo non si comportano allo stesso modo. Per cui è lecito concludere che il volo propriamente detto, e non il semplice galleggiamento o la leggera librazione, è persino di più della navigazione marittima dipendente da un motore, in quanto prima ancora di potersi dirigere nell'aria, occorre potervi restare e, ad eccezione dei mezzi più leggeri, tutti ben poco dirigibili, l'unico modo è sviluppare suo tramite un'adeguata portanza. Motore nel senso più ampio della parola, e non necessariamente macchina rotante: del resto si chiama motore, sia pure impropriamente, anche il razzo, che non gira affatto! Dunque motore e navigazione aerea, piuttosto che mero volo, sono intimamente connessi ed interdipendenti ma non certo cronologicamente contemporanei, tant'è che se il sollevamento dalla superficie terrestre di un mezzo più pesante dell'aria, per quanto delineato, può farsi risalire al III secolo a.C., per la navigazione aerea bisogna attendere gli inizi del secolo scorso. Il che consente di stabilire delle fasi fondamentali, una sorta di scaletta non semplicemente cronologica, in base alla tipologia dei motori adottati per i diversi tipi di volo e di velivoli, a partire dai muscolari e naturali o primari.

15 Cfr. J. DWIGHT, *Aluminium Design and Construction*, Routledge, 1999

Alla pagina a destra

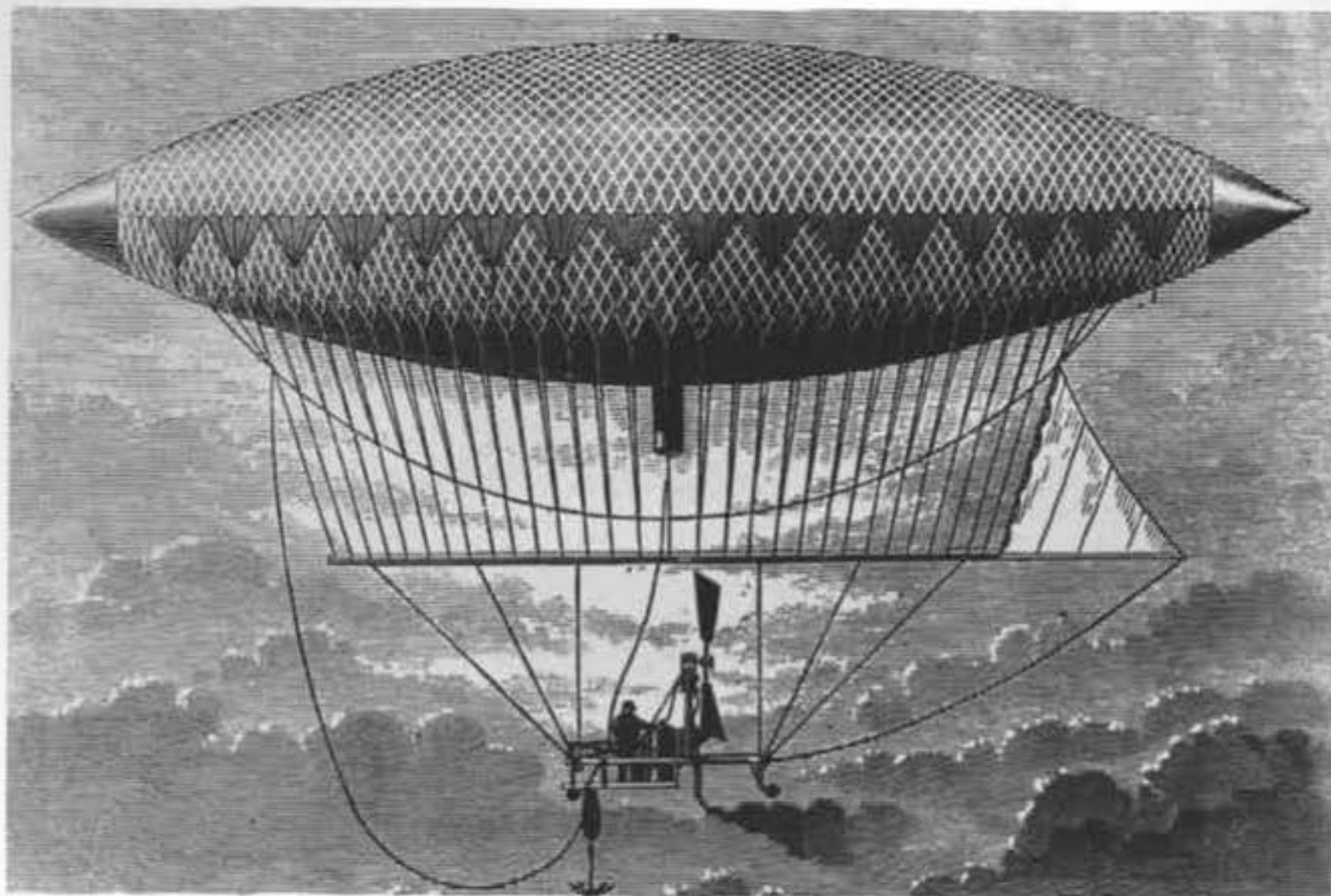
In alto: *Un aquila in fase di atterraggio con le sue grandi ali spiegate*  
In basso: *Modello della macchina di Leonardo per il volo librato*



I tentativi compiuti nella seconda metà del XIX secolo per fornire un adeguato propulsore ai dirigibili contemplarono dapprima la macchina a vapore, poi il motore elettrico: il primo fu adottato dall'ingegner Henri Gifard, 1825-1882, in Francia, che realizzando un pallone allungato, di forma vagamente lenticolare, sospeso in una apposita navicella. Fu l'esordio del dirigibile. Pochi decenni dopo, per l'esattezza nel 1883 fu la volta del motore elettrico a spingere un altro dirigibile, non meno assurdo del precedente, implicando una serie di pesantissime batterie di scarsa autonomia. E soltanto nell'ultimo scorcio del secolo, per l'esattezza nel 1898, finalmente il motore a combustione interna debuttò nell'aria.







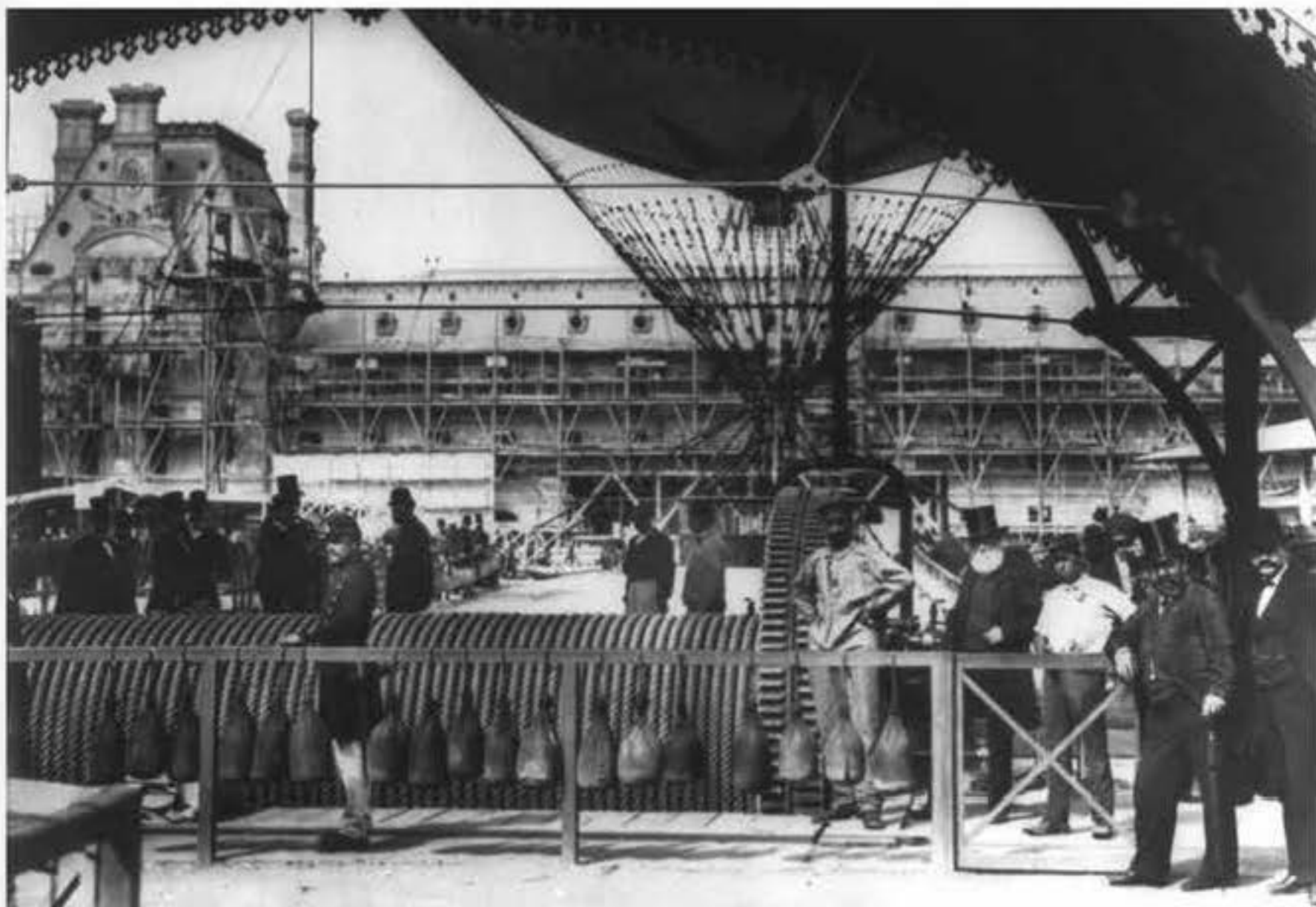
L'idea che un gas compresso potesse compiere un lavoro espandendosi fino alle condizioni normali, cioè comportarsi da motore, la ebbe per primo Ctesibio. O, più verosimilmente, fu il primo di cui troviamo riscontro attendibile nelle fonti scritte circa una sua balista ad aria compressa. Per trovare un secondo motore di analoga concezione si deve attendere oltre un millennio, ovvero l'avvento della artiglieria. La bombarda prima e il cannone poi, infatti, altro non furono che motori a combustione interna alimentati a polvere pirica: al posto dello stantuffo la palla, la cui corsa non cessava nel punto morto inferiore ma all'impatto col bersaglio! Quanto maggiore ne fosse stata la potenza tanto maggiore ne sarebbe stata l'utilità, se così si può dire. L'incremento del calibro, per inciso a lungo inteso come peso e non come diametro della palla, iniziò subito. Con altrettanta rapidità, tuttavia, si constatò presto che la corsa al gigantismo creava insormontabili problemi sia di costruzione che di utilizzo delle bocche da fuo-

co: più sensato, pertanto, disporre di un numero maggiore con cadenza di tiro superiore. Proprio quest'ultimo dettaglio incentivò la costruzione di pezzi con diverse canne affiancate, detti appunto *organi*, in linea singola o multipla rotante: e se nel primo si ravvisa il progenitore del motore termico con i cilindri in linea, in quello rotante la premessa del motore con i cilindri a V, nella fattispecie divergenti di  $120^\circ$ .

Al di là dell'ovvio impiego bellico i fisici, a partire dagli albori dell'età moderna, ravvisarono agevolmente le potenzialità motrici del cannone. Huygens,<sup>16</sup> 1629-1695, già celebre per i suoi studi sull'ottica, immaginò, ad esempio, intorno al 1680 la costruzione di un motore alternativo alimentato a polvere pirica: un vero motore a scoppio nel senso letterale della definizione! Facile immaginare a quali rischi lo avrebbe esposto la carburazione, per non parlare del serbatoio pieno! Nessuna meraviglia che il suo assistente Dennis Papin 1647-1712, pur

In alto: Il dirigibile a vapore di Henri Giffard in una stampa coeva

16 Cfr. C. HUYGENS, *La macchina a polvere da sparo*, citazione tratta da F. KLEMM, *Storia della tecnica*, Milano 1959

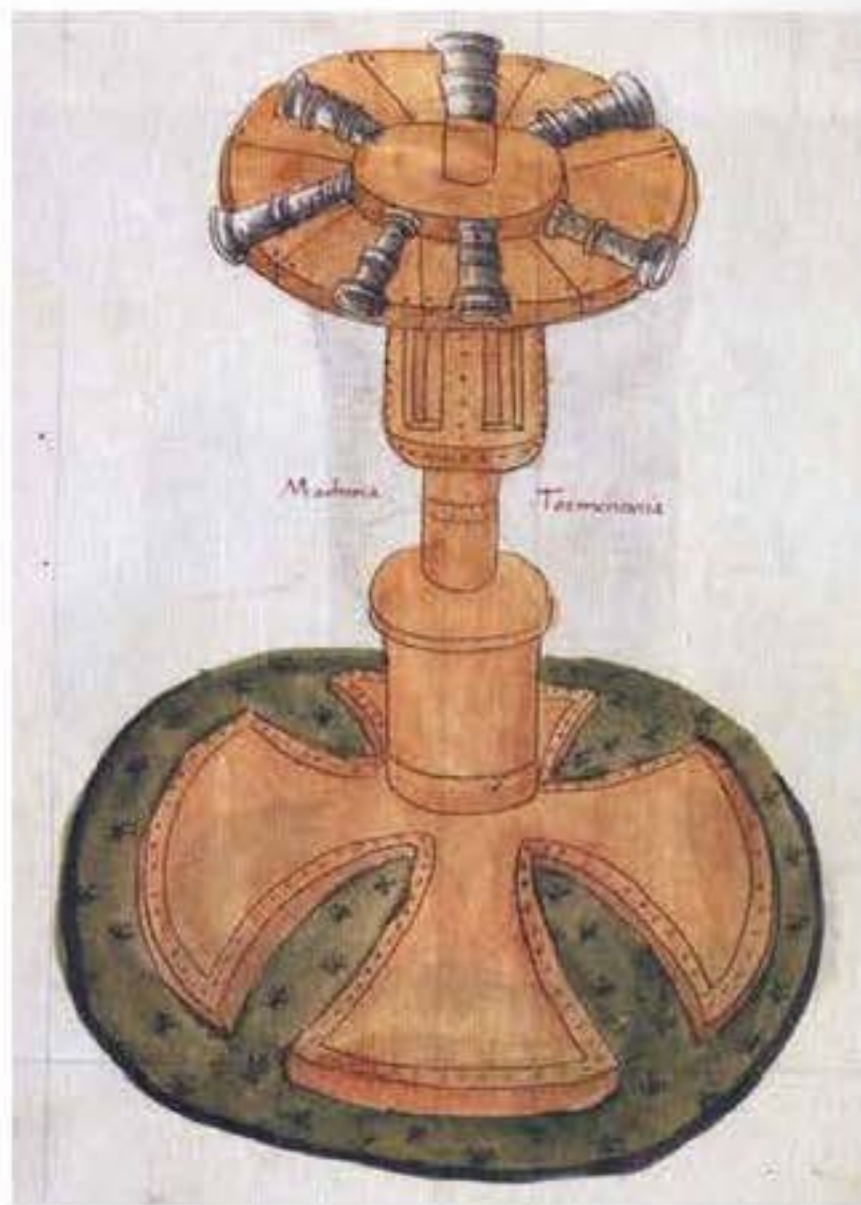


condividendo l'idea, per evitare al maestro un sicuro posto nel martirologio della scienza, ripiegò sul vapore per spostare uno stantuffo. Fu quella la premessa della macchina a vapore, cioè del motore a combustione esterna, che in maniera sia pur rudimentale lo stesso scienziato aggregò nel 1690, contribuendo perciò a rinviare a tempo indeterminato l'elaborazione di un motore a combustione interna. Fu solo grazie ad un vero atto di fede, e non a caso a compierlo fu un religioso, che alla fine la ricerca ebbe un esito positivo. Nel 1854 il matematico padre Barsanti e il fisico Matteucci costruirono e brevettarono il primo vero motore a combustione interna, di insignificante potenza. Negli anni seguenti, proprio come già accaduto con le artiglierie, fu dapprima perseguito aumentando l'alesaggio dei pochi cilindri, poi moltiplicandone il numero, affiancandoli su un'unica linea come in un organo o su due divaricate a V. Magari del tutto inconsapevolmente, magari per una

*In alto: Un rarissima foto del grande verricello per la manovra di recupero del dirigibile di Henri Giffard*

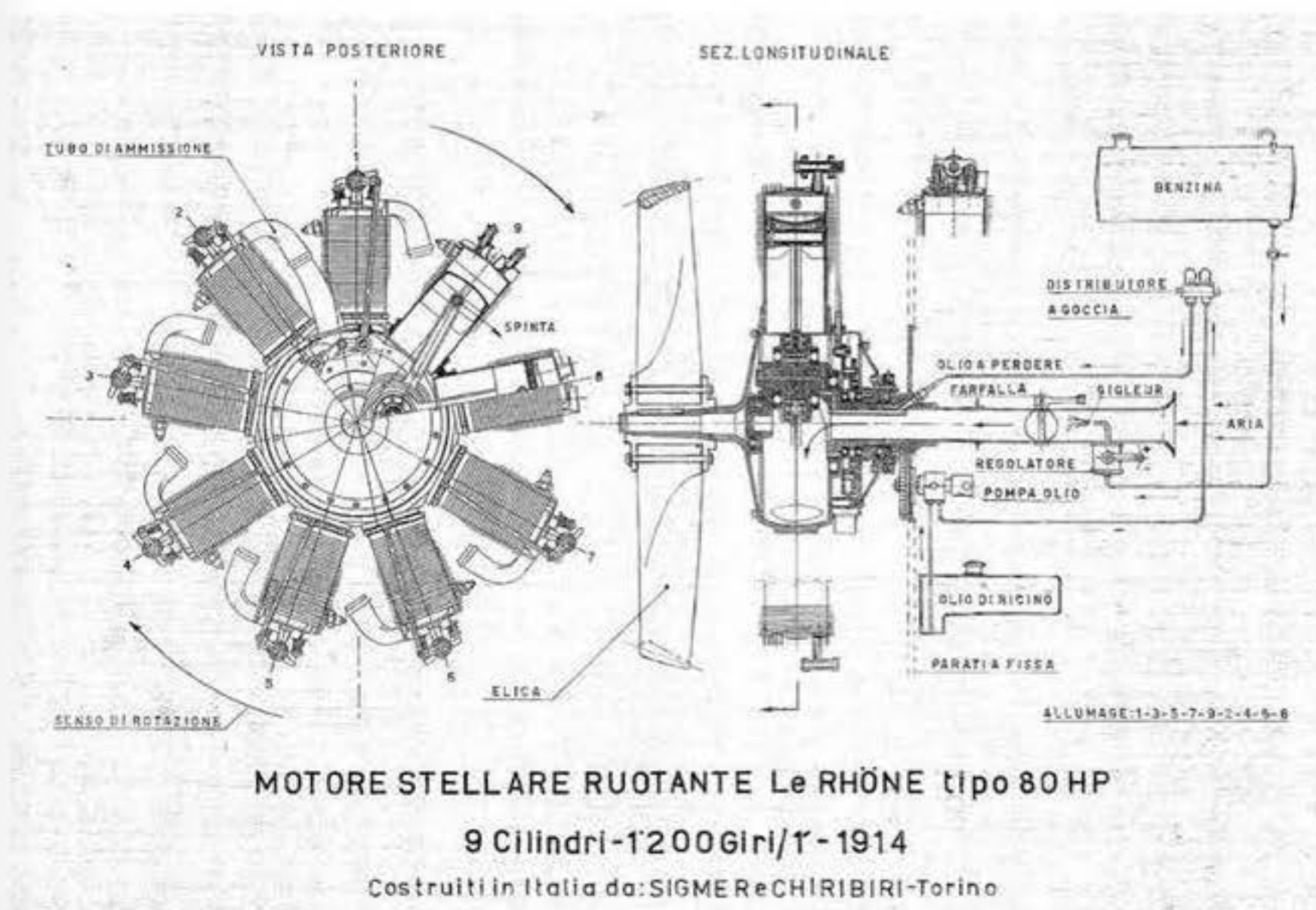
fortuita reminiscenza rinascimentale, sul finire del XIX secolo, si realizzò che in un motore a combustione interna i cilindri, oltre che affiancati in linea lungo un albero, si potevano disporre anche radialmente intorno ad un albero. In pratica come le bocche da fuoco disegnate da Valturio: sotto l'aspetto meramente dinamico la maggiore differenza fra quest'ultime ed i motori con i cilindri disposti come i raggi di una ruota, definiti in breve radiali o impropriamente a stella, era nell'essere il senso del moto impresso alle palle centrifugo e centripeto, invece, quello impresso agli stantuffi, chiamati ormai abitualmente *pistoni*. Quale che ne sia stato lo stimolo inventivo, dal punto di vista meccanico i motori a stella potevano funzionare in due modi nettamente diversi: tenendo fissa la stella dei cilindri, il moto alternativo dei pistoni avrebbe fatto ruotare l'albero motore; per contro, tenendo fisso l'albero motore, gli stessi pistoni avrebbero finito per ruotare insieme alla stella dei cilindri. I primi si definirono motori radiali fissi, i secondi rotativi, in apparenza del tutto simili fra loro, ma in effetti talmente diversi da restringere il campo d'impiego del





rotativo alla sola aviazione. In ogni caso entrambe le tipologie si dimostrarono subito ideali per la nascente aeronautica. Il loro ingombro e peso risultavano notevolmente minori dei pari cilindrata in linea; per conseguenza, notevolmente minore il rapporto peso/potenza; elementare ed affidabile il raffreddamento ad aria che essendo tutti i cilindri esposti direttamente ed in eguale misura all'aria, specialmente nei rotativi avveniva persino con l'aereo al suolo; brevissimo l'albero che, esente da dannose torsioni, conferiva alla macchina una grande robustezza. A quel punto la nascente aviazione aveva trovato il suo giusto motore per decollare concretamente.





### *La gestazione del motore a reazione*

L'aereo, quale che fosse il motore che azionava l'elica, funzionava per la reazione che la stessa produceva sull'aria, per cui non occorre molto tempo per iniziare a ragionare in termini di propulsione direttamente a reazione. In altri termini il motore, se ancora aveva un senso dargli tale definizione, avrebbe dovuto fornire direttamente la spinta per reazione dei gas fatti violentemente espandere al suo interno dal calore e quindi espulsi ad alta velocità da un apposito ugello di scarico. Il ragionamento, semplice concettualmente e sostanzialmente noto nei suoi effetti persino prima del motore a scoppio - come ebbe a dimostrare Eroni, I sec. con varie esperienze sulla forza dinamica del vapore, tuttavia, per trasformarsi in realtà concreta ed utilizzabile, implicava la soluzione di un gran numero di problemi. Conscio, per le molteplici esperienze e indagini sulla potenza dinamica del vapore, ne vagliò l'uso come fluido motore. In dettaglio osservò che, ponendo su di una fiam-

ma un recipiente metallico, parzialmente pieno d'acqua ed ermeticamente chiuso ad eccezione di un minuscolo foro, dopo breve tempo un sibilo annunciava la fuoriuscita del vapore. Collocando dinanzi al getto rovente una piccola ruota a pale questa girava vorticosamente, fino all'esaurimento dell'acqua. Eroni non poteva neppure lontanamente immaginare che macchine, funzionanti secondo l'identico principio ma di mostruosa potenza, più note come turboalternatori, si sarebbero fatte carico di sostenere tutta la fatica fisica delle future metropoli!

In alto: Planimetria e sezione del motore radiale rotativo Le Rhône a 9 cilindri

Alla pagina a sinistra

In alto a sinistra: Modello del motore a scoppio di Barsanti e Matteucci  
 In alto a destra: Tavola di Roberto Valturio, 1405-1475, tratta dal suo *De re militari* relativa ad un cannone a canne multiple disposte radialmente

In basso: Motore aeronautico della BMW a cilindri in linea





Non contento di quella prima significativa dimostrazione della potenza dinamica del vapore, ne ideò una seconda, per l'epoca ancora più stupefacente. Lo stimolo glielo fornì la constatazione che quella sorta di caldaia, durante l'emissione del vapore, si spostava leggermente nella direzione opposta. In assoluto il fenomeno non appariva inedito, costituendo una frequente esperienza il moto di un otre galleggiante, quando si sgonfiava su di uno specchio d'acqua. Pertanto, vagliate le analogie costruì una sfera cava di bronzo, munendola di un asse e di quattro ugelli angolati sul relativo equatore. Riempitala parzialmente d'acqua e collocato l'asse sopra due forcelle, pose il singolare congegno su di un braciere. In breve il vapore iniziò ad uscire violentemente dagli ugelli, che per la loro angolazione generavano una coppia di reazione sul recipiente-caldaia facendolo ruotare. Erone forse ne intuì la spiegazione, forse ne immaginò pure l'importanza, ma non ne poté in alcun modo pronosticare le applicazioni, limitandosi a battezzare quel curioso gio-

In alto: *Moderno gruppo elettrogeno con turboalternatore*  
In basso: *Ricostruzione museale della eolipila di Erone*



cattolo colopilia, palla a vento. Del resto, la spinta prodotta per reazione dalla violenta fuoriuscita del vapore, che anticipò di secoli quella che verrà generata dalla combustione della polvere pirica nei razzi, per l'eccessiva velocità in entrambi i casi non poteva essere sfruttata concretamente per far decollare un aereo. Considerandosi giusto il criterio informatore ma inadeguati sia il vapore che la polvere pirica, si optò allora per i propulsori a reazione alimentati a carburante liquido, in maniera diretta o in maniera mista, detti pure ad aria calda o, più precisamente a getto, o anche termopropulsori. In essi il comburente, invece di essere trasportato insieme al combustibile dal propulsore, veniva prelevato dall'aria circostante, come in un motore tradizionale. Fra i diversi tipi di tali propulsori, vanno ricordati:<sup>17</sup>

- a. Un propulsore a reazione diretta, funzionante mediante un processo aereodinamico e termodinamico, in cui il comburente era prelevato dall'atmosfera grazie alla velocità del mezzo e compresso tramite opportune prese dinamiche anteriori, a tubo Venturi. Pertanto il riscaldamento necessario per l'incremento di volume si otteneva in una adeguata camera di combustione, in cui s'iniettava benzina o nafta. I gas prodotti dalla loro combustione di volume ed energia cinetica di gran lunga superiori all'iniziali, venivano scaricati all'esterno tramite un ugello, imprimendo così la spinta di reazione.
- b. Un propulsore a reazione mista, una sorta di sintesi fra la propulsione indiretta del motore-elica e quella diretta del getto d'aria rovente. In esso l'aria era prelevata dall'atmosfera come nel caso precedente, ma compressa mediante un compressore elicoidale mosso da un autonomo motore a benzina. Il riscaldamento dell'aria compressa si otteneva sfruttando sia il calore dei gas di scarico dello scappamento del motore a benzina, che del suo circuito di raffreddamento.
- c. Un propulsore a reazione mista, come il precedente, con la differenza che ad azionare il compressore provvedeva un turbo-generatore a vapore a caldaia rotante a ciclo chiuso, oppure in alternativa da una turbina azionata dai gas di scarico della camera di combustione prima di essere espulsi dall'ugello.

Quale che fosse la tipologia, nessuno dei propulsori brevemente accennati era in grado di far muovere il mezzo avendo bisogno per funzionare di una sua discreta velocità. La soluzione del problema si deve agli studi dell'ingegner Secondo Campini, 1904-1980, culminati in un brevetto del 1932. Il suo mo-

tore in realtà non può ancora considerarsi un reattore nel vero senso della parola: l'aereo che lo adotterà e che volerà il 30 aprile 1940, pur avendo tutte le fattezze di un jet, in realtà è ancora un aereo ad elica! All'interno del tubo stava alloggiato, infatti, un motore alternativo per far girare un compressore elicoidale che immetteva l'aria compressa nella camera di combustione dove degli iniettori immettevano a loro volta benzina e nafta, fatte accendere dalle candele, producendo così il getto di gas incandescente dall'ugello posteriore. L'aria, a ben vedere, è già accelerata dall'elica che può considerarsi un'elica intubata, la cui spinta è integrata e amplificata dai gas di scarico. Il motore alternativo svolge, perciò, un ruolo determinante con la sua potenza, al punto da far definire l'insieme anche *motoreattore*.<sup>18</sup>

Nettamente diversa la via al reattore seguita dai tedeschi e dagli inglesi, sebbene del tutto separatamente ed autonomamente. I rispettivi motori, che solo concettualmente non sono dissimili dall'italiano, azionano il loro compressore tramite una turbina a gas,<sup>19</sup> con potenze incomparabilmente maggiori. Va osservato che, mentre i tedeschi preferiscono adottare dei compressori assiali, gli inglesi optano per dei centrifughi. Al debutto bellico, che avverrà nella seconda fase della guerra, le due produzioni sostanzialmente sono equivalenti ma, ben presto, per le maggiori disponibilità di metalli ad altissima resistenza quell'inglese surclasserà la tedesca.

Dal punto di vista strettamente tecnico, il compressore assiale è costituito da una serie di ruote a palette, del tipo delle giranti eoliche a rosa, quello centrifugo invece è a sua volta costituito da una girante con palette cieche e chiuse in un apposito guscio. Questa seconda tipologia di compressori si dimostrerà presto meno efficace della prima, sia dal punto di vista aereodinamico, offrendo una resistenza molto maggiore, sia da quello dell'ingombro richiedendo uno spazio maggiore, specie quando le palette erano collocate su entrambe le facce di un disco, soluzione adottata inizialmente dalla *Rolls Royce*, ed in seguito abbandonata. Nel frattempo il compressore assiale migliorerà continuamente le sue prestazioni aumentando ad esempio il numero delle ruote, alle quali corrisponderanno altrettanti stadi di compressione progressiva.

Gli Stati Uniti, almeno in fase iniziale, non entrano nella gara per il motore a getto. Sono interessati, invece, a perfezionare ulteriormente gli aerei che fabbricano in grandi serie, sempre però di tipo tradizionali. E' in sostanza un'opzione industriale ed economica piuttosto che una scelta

17 Da E. RICCI, *Il segreto della propulsione a reazione*, Milano 1945, pp. 133-159.

18 Cfr. J. GOLLEY, *Genesi del Jet: Frank Whittle e l'invenzione del Jet Engine*, Crowood Press 1997.

19 Cfr. J. KERREBROCK, *Motori aeronautici e turbine a gas*, 2ª edizione, Cambridge 1992.





A sinistra  
 In alto: Girante di un compressore centrifugo  
 In basso: Rotore di un compressore assiale: dettaglio

A destra  
 In alto: Fotoritratto dell'ingegner Henri Coanda  
 In basso: Un'altra immagine del rotore di un compressore assiale

tecnica e quando vorranno rimontare il tempo perduto lo faranno utilizzando i motori britannici, sui loro primi prototipi di aviogetti. Situazione in sostanza analoga per i Sovietici che, quando inizieranno le prove per tali apparecchi, lo faranno con prototipi e motori tedeschi di preda bellica, ovviamente nel dopoguerra.

### *Aereo a reazione coanda 1910*

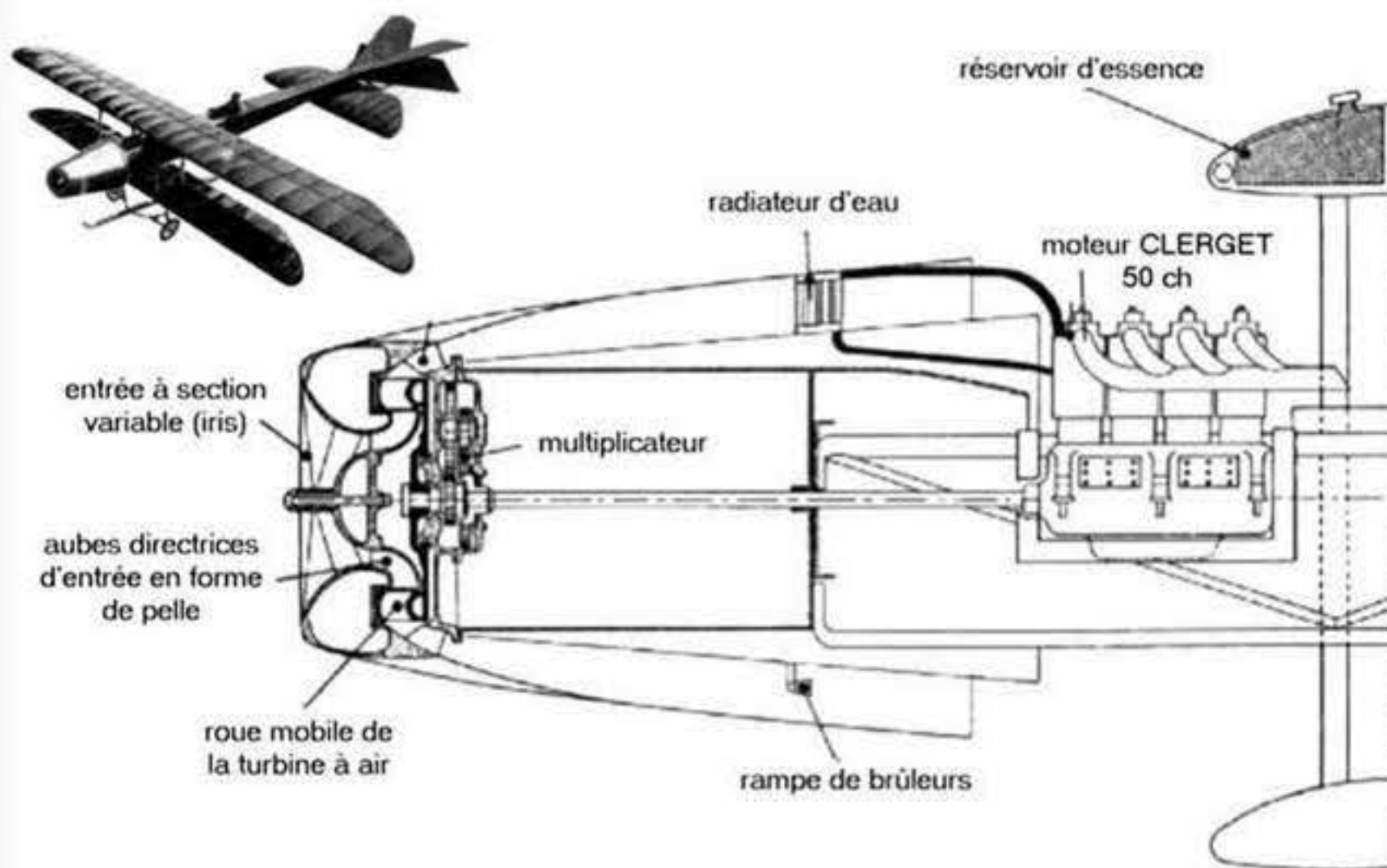
Agli inizi del secolo scorso l'ingegnere Henri Coanda, 1886-1972, di nazionalità rumena, ipotizzò la costruzione di un aereo in cui la spinta propulsiva non fosse ottenuta mediante la rotazione di un'elica, ma per reazione alla fuoriuscita ad alta velocità di un getto di gas combusti. Il motore avrebbe dovuto essere in sostanza simile ad un razzo, con una camera di combustione nella quale veniva immessa aria aspirata dall'esterno e compressa tramite un compressore azionato da un motore tradizionale a combustione interna ed un idrocarburo, benzina o nafta. La miscela che se ne otteneva veniva incendiata mediante una apposita candela e determinava in tal modo la formazione di un

rilevante volume di gas combusti che si scaricava all'esterno della camera attraverso un apposito ugello, che ne accentuava la velocità, provocando così una forte spinta di reazione. Ovviamente termopropulsori del genere: "non potevano far partire od iniziare l'avanzamento del mezzo propulso, avendo necessità (per l'avviamento e per acquistare la velocità di regime) di una forte spinta, che doveva essere erogata da un altro mezzo ausiliario."<sup>20</sup>

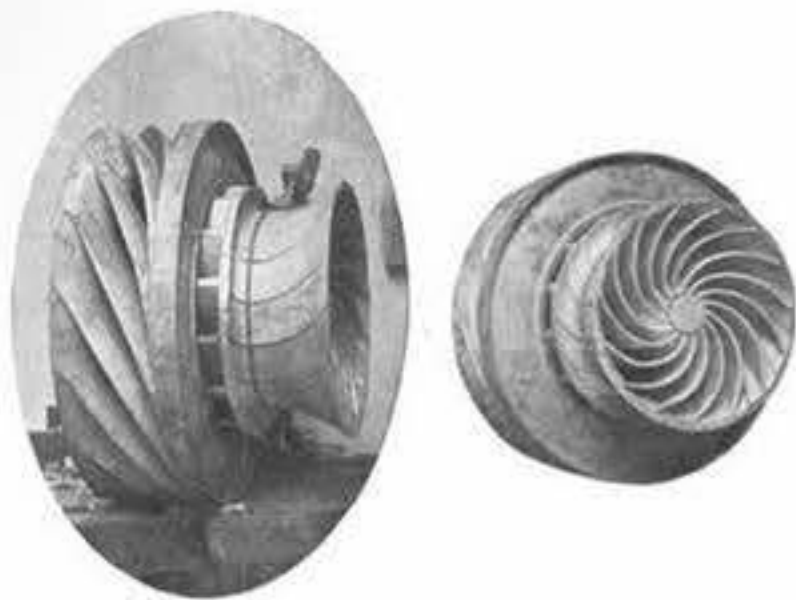
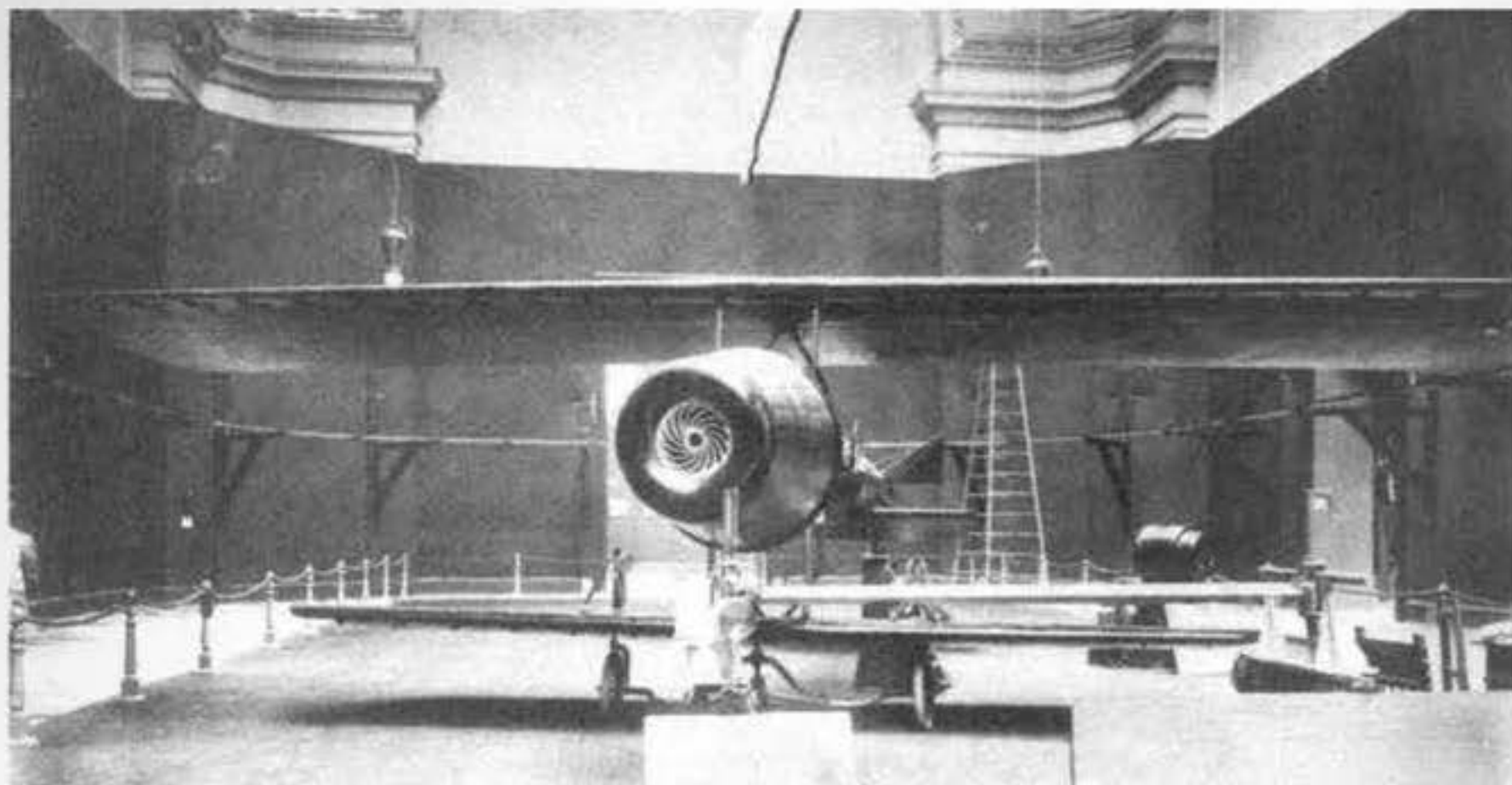
La soluzione adottata da Coanda, e che poi in sostanza si ritrova nel moto-termopropulsore a reazione mista dell'ingegnere Campini, comprendeva un compressore che, inizialmente con l'aereo ancora fermo, forniva l'aria alla pressione necessaria per attivare la combustione. Questa era la principale differenza con i velivoli a reazione successivi nei quali la compressione, anche in fase d'avvio, sarà fornita da un apposito compressore assiale, azionato da una turbina posta sul

20 Da E. Ricci, *Il segreto della propulsione a reazione*, Milano 1945, p. 148

In basso: *Disegni dell'aereo a reazione di Henri Coanda*







suo stesso asse, collocata dietro la camera di combustione e posta in rotazione da una frazione dei gas di scarico. Coanda presentò quel suo aeroplano ribattezzato *Coanda 1910*, alla comunità scientifica in occasione del Secondo Salone Internazionale dell'Aeronautica di Parigi nell'ottobre del 1910.

L'aereo, che solo a prima vista sembrava simile ai coevi, presentava alquanto soluzioni avanzate: la sua fusoliera era completamente chiusa costruita con fogli di compensato, assemblati secondo una sezione triangolare arrotondata. L'abi-

tacolo aperto poteva ospitare un unico pilota ed era collocato subito dietro il grosso propulsore, posto a prua della fusoliera. Dal punto di vista alare si trattava di un biplano-sesquiplano, con l'ala superiore molto più grande dell'inferiore alla quale era collegata da robusti montanti; quanto agli impennaggi, in coda alla fusoliera, ostentavano una configurazione cruciforme simile a quella delle frecce, preceduto al di sotto della fusoliera stessa da un unico grande piano di coda, con funzione di equilibratore. Il bordo di attacco delle ali coincideva con l'estremità posteriore della grande protezione tronco-conica del propulsore, e il tutto era sostenuto da un carrello realizzato con due piccole ruote congiunte a un pattino centrale destinato ad impedire il ribaltamento durante l'atterraggio, mentre il ruotino di coda era sostituito da un secondo pattino. Il propulsore, che alcuni decenni dopo verrà definito motoreattore per distinguerlo dai reattori propriamente detti, includeva, come accennato, un motore a 4 cilindri in linea accoppiato a un compressore centrifugo, ambedue alloggiati nel tronco di cono prodiero, la cui prestazione si aggirava sui 4000 giri.

*In alto: Una rarissima foto dell'aereo di Henri Coanda in fase avanzata di costruzione*

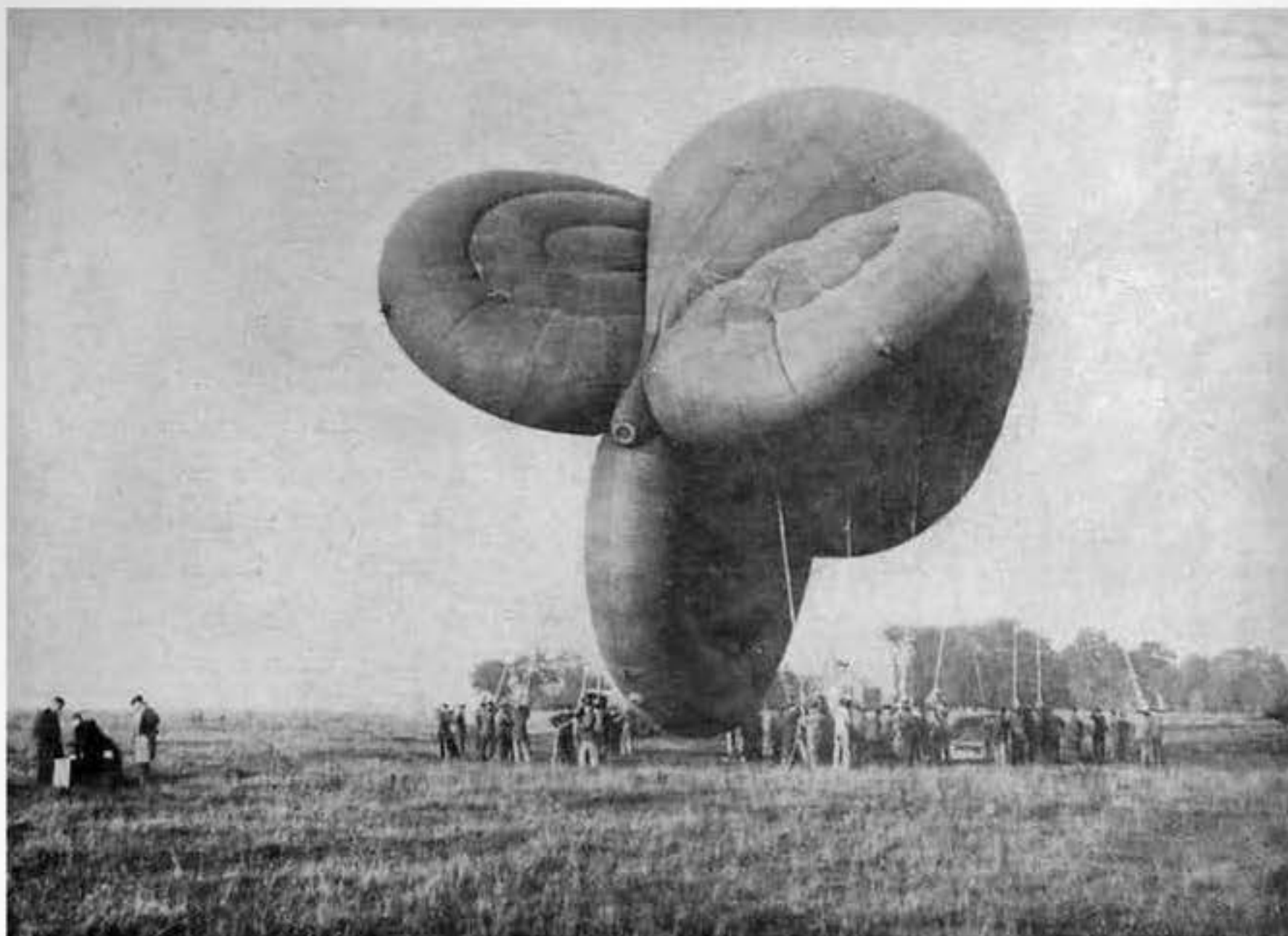
*In basso: Elementi meccanici del motore di Henri Coanda*

*Alla pagina a sinistra: Ricostruzione dell'aereo a reazione di Coanda*









Durante una dimostrazione pubblica all'aeroporto di *Issy-les-Moulineaux*, presso Parigi, che si tenne pochi giorni dopo, la prova di accensione del motore provocò una prematura partenza dell'apparecchio. Il suo inventore-pilota, preso alla sprovvista, non seppe padroneggiare la situazione e al termine di un volo di un centinaio di metri, la fusoliera di sottile compensato finì avvolta dalle fiamme provocate dai gas di scarico del motore. Coanda si salvò fortunatamente ma l'aereo andò completamente distrutto e sarebbero occorsi trent'anni prima che la propulsione a reazione trovasse concreta applicazione in campo militare e poi civile. L'episodio, tuttavia, non trova universale accettazione, soprattutto da parte britannica, per la quale quel prototipo del Coanda in realtà non volò mai.

In alto: *Un Draken*

Alla pagina a destra: *Un Nieuport 11-6 armato con razzi aria-aria Le Prieur*

### *Razzi aria-aria*

Nel corso degli scontri aerei della Prima guerra mondiale comparve un'arma di antichissima genesi, il razzo, ma in un inedito allestimento, ovvero per l'impiego aereo, da impiegarsi in particolare per abbattere i *draken*, gli aerostati frenati usati per la difesa contraerea. Si trattava in definitiva di un razzo aria-aria, e dal momento che operava contro un pallone riempito di idrogeno poteva essere anche abbastanza piccolo, essendo necessario soltanto che forasse l'involucro provvedendo i suoi gas incandescenti a far incendiare il gas. La grandezza e la infiammabilità del bersaglio avrebbero compensato la infima precisione dei razzi e la loro modesta capacità distruttiva, limiti che nella seconda metà dell'Ottocento avevano determinato il loro abbandono in ambito militare. Fu perciò ripreso dopo il diffondersi della guerra aerea per quel particolarissimo scopo, dopo che il tenente france-

se Yves Le Prieur 1885-1963,<sup>21</sup> ne inventò un tipo da installare sugli apparecchi per far incendiare i palloni frenati, gli aerostati ed i dirigibili nemici, tutti di notevoli dimensioni e di estrema infiammabilità. I razzi *Le Prieur* grazie alla loro rispondenza vennero adottati dalle forze aeree francesi, dalle britanniche ed anche dalle italiane, come conferma l'azione condotta dal sergente Guido Nardini che il 22 giugno 1917 attaccò un *draken* austriaco con quei razzi abbastanza noti per essere di improba punteria contro un preciso bersaglio. Quanto ai razzi è interessante tracciarne un breve sintesi della loro vicenda storica, per la rilevanza che avranno dal dopo guerra in poi in ogni settore civile e militare.

Tito Livio, rievocando uno scandaloso rito orgiastico avvenuto a Roma nel 186 a.C., si sofferma a descrivere un fenomeno chimico che, in base alle nozioni vigenti, non sarebbe dovuto accadere. L'assenza di stupore nelle sue parole, tuttavia, ne lascia presumere una vasta notorietà e quindi una ricorrente adozione. La cornice in cui si colloca fu un grave reato contro la moralità, nella fattispecie di quella rigidissima dei rapporti coniugali, lesi dai misteri bacchici. Si sa che già nel 331 a.C. vennero condannate a morte ben 160 donne per reati del ge-

nere, ma si trattò di uno sparuto drappello rispetto alle oltre 2000, inquisite nel maxiprocesso del 186 a.C. per il medesimo crimine e condannate dallo stesso Senato, sia pure a pene di gran lunga più lievi! A farsene promotore fu Marco Porzio Catone, che fece promulgare il *Senatoconsultum de Bacchanalibus*, col quale fu ingiunta la sostanziale soppressione del culto, la distruzione dei relativi templi, la confisca dei beni della setta, nonché l'arresto dei capi e la persecuzione degli adepti.

La scabrosità della materia e la rilevanza sociale di molte delle matrone coinvolte, imposero alle fonti un'insolita discrezione sui dettagli. Di certo il culto, almeno all'inizio, si celebrava solo fra donne, una sorta di antesignano rituale femminista, con un esplicito sovvertimento dei valori etici tradizionali, inibizioni ancora vigenti all'epoca ma rimosse dalle copiose libagioni. Senza entrare ulteriormente nella vicenda, che in quanto tale esula dalla nostra indagine, in quella lontana estate romana una legione di Erinni piuttosto che di Menadi, composta di madri, figlie e serve, tra loro anche tanti uomini, tutte in profondo stato di ebbrezza, sciamò nel cuore della notte dall'Aventino alla riva del Tevere. Livio [XXXIX, 12], al riguardo è inequivocabile: "le matrone in vesti di baccanti, con i capelli sconvolti e munite di torce ardenti, corrono verso il Tevere, dove immerse nell'acqua le torce, che contenevano zolfo vivo e calce, le ritraevano ancora accese".

21 COMMANDANT LE PRIEUR, *Premier de Plongée*, Éditions France-Empire, Paris, 1956; ed ancora N. HANNA, *The Art of Diving: An Adventure in The Underwater World*, Lyon Press, 2007

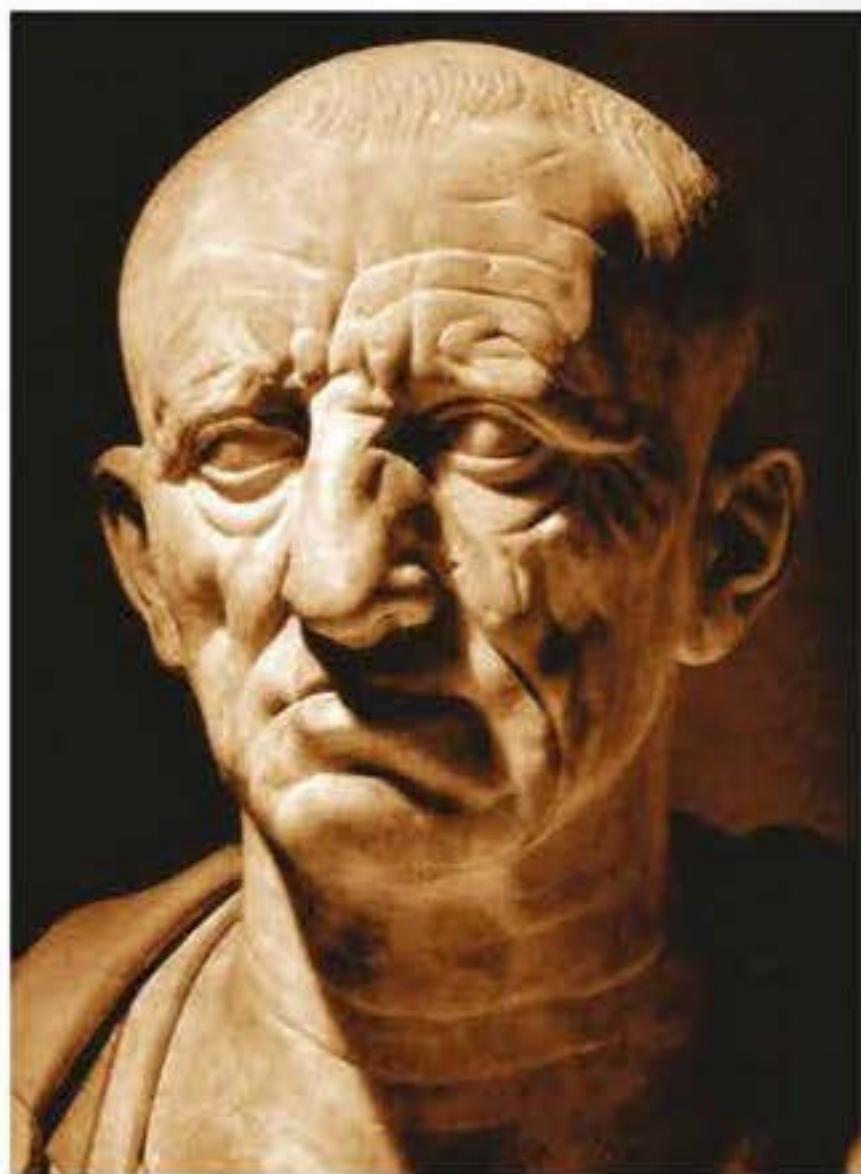




Per Plinio lo zolfo vivo era quello mai fuso; la calce senza dubbio viva, era ossido di calcio, dalla violenta reazione esotermica di spegnimento. Dettagli che non spiegano però il fenomeno descritto: per avvenire la combustione sott'acqua oltre a un combustibile è necessario un comburente, l'ossigeno, e l'idratazione dell'ossido di calcio non ne fornisce affatto! A Livio la questione non importava e, meno ancora, l'esatta composizione delle torce: la sua spiegazione da cronista mirava soltanto a negare la natura miracolosa del portentoso. Per noi, invece, resta assodata la disponibilità, agli inizi del secondo secolo a.C., di miscugli chimici solidi capaci di bruciare immersi. Se alla peculiarità si fosse associato un rallentamento dell'emissione dei gas combusti, si sarebbe ottenuta una discreta spinta, comportandosi la semplice torcia da endoreattore! Concetto non del tutto ignoto, poiché spesso si sarà osservato una carcassa rigonfia e galleggiante sull'acqua iniziare a correre, quando forata da una freccia, per la fuoriuscita dell'aria.

Delle torce inestinguibili non troviamo più ulteriori menzioni: di certo non svanirono ma, come le invase matrone, tornarono nel quiescente anonimato. Labile traccia della loro sopravvivenza è forse la cosiddetta *candela romana*, noto gioco pirotecnico e, non a caso, ad antesignani giochi pirotecnici in chiusura di spettacoli circensi, sembrano riferirsi alcuni strani versi di Claudio Claudiano, 370-405, che recitano: "i fuochi volanti, che per loro natura non possono fermarsi, sicuri e senza arrecare alcun danno partono dalle pacifiche torri".<sup>22</sup> Sensato identificare in *fuochi volanti* razzi pirotecnici lanciati da alte strutture lignee, simili al *Brindellone* che dal XV secolo è fatto esplodere dinanzi a S. Maria del Fiore, con mortaretti, girandole e lanci di *cartocci da volare*, rudimentali razzi a polvere pirica a scopo ludico. Con il VII secolo e la terrificante comparsa del *fuoco greco* si ha la ragionevole certezza, per la presenza tra le componenti di zolfo, calce viva, polvere di carbone e salnitro, dell'embrionale esistenza della polvere pirica. Miscuglio che costipato in una canna, se acceso l'avrebbe fatta volare con l'inconfondibile stridio.

Per molti storici, i Cinesi furono i primi a costruire tali ordigni ed a servirsene nei combattimenti, stabilizzandone il volo con una lunga bacchetta posteriore. Il che non esclude l'autonoma invenzione anche in Occidente: di razzi, del resto, a partire dal XIII secolo se ne trova menzione negli scritti d'alcuni alchimisti. Di essi il più noto, frate Ruggero Bacone, 1214-1292, scriveva nel 1249: "esservi miracoli che pur sono effetti naturali, perciocché si possono generare



tuoni e lampi in aria molto più orribili di quelli operati dalla natura, giacché una piccola quantità acconciamente preparata e del volume di un pollice rumoreggia e lampeggia in modo straordinario".<sup>23</sup> Ed affermava che per: "provocare un tuono e dei lampi quando vorreste, non avreste che da prendere dello zolfo, del nitro e del carbone, i quali separatamente non hanno alcun effetto, ma mescolati insieme e chiusi in qualcosa di cavo e occluso fanno rumore più del tuono".<sup>24</sup> Nella ricetta per non rivelare l'impiego del carbone lo celò con un anagramma: *Sed tanem salis petrae* [salnitro] LUR VOPO VIR CAN UTRJET [= *carvonu pulveri trito*: polvere di carbone tritato] *sulphuris* [polvere di zolfo], *et sic facies tonitrum* [così si produce il tuono].

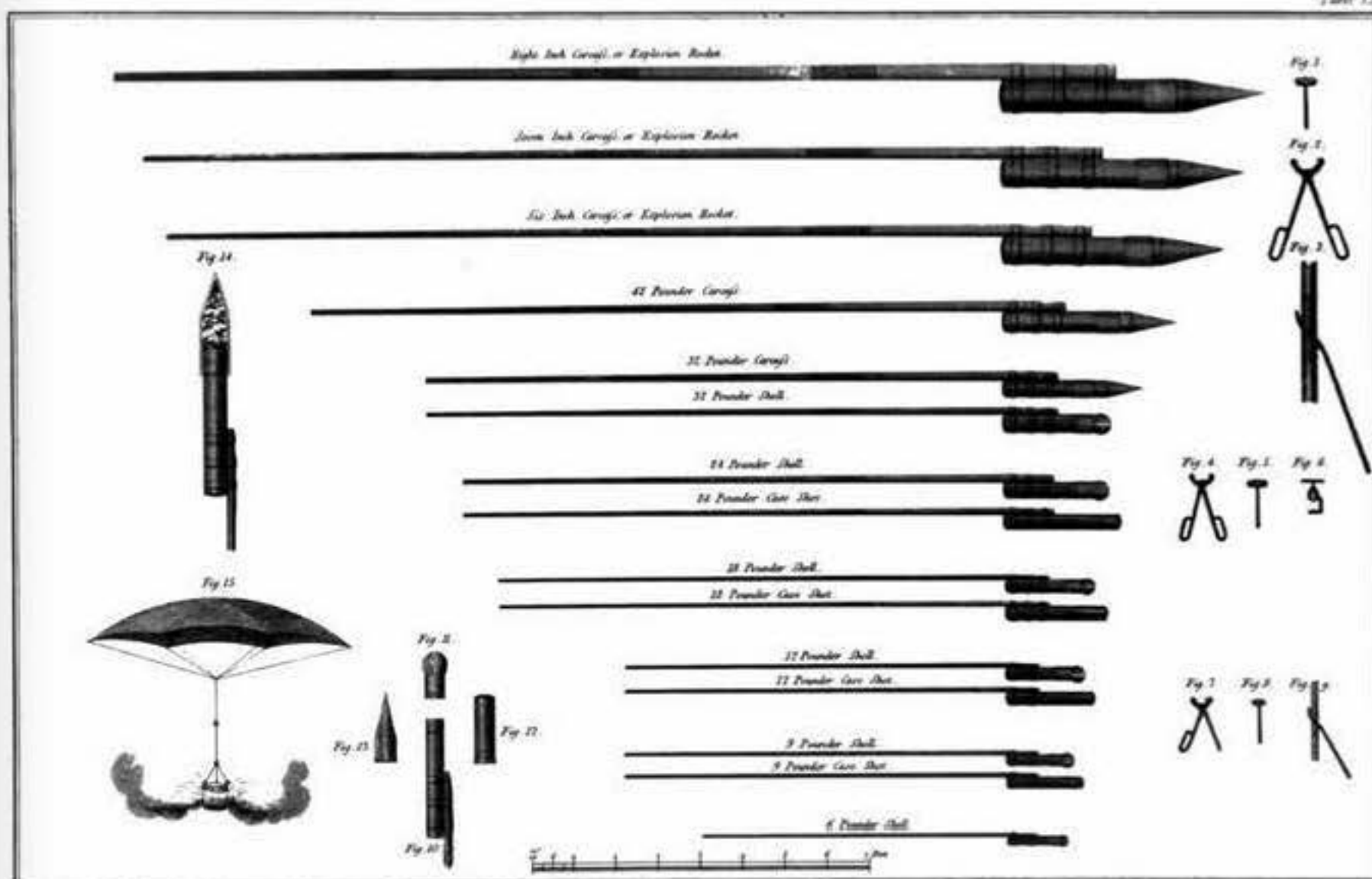
Precauzione ormai inutile, non essendo più la polvere nera un segreto per nessuno, facendosene mortaretti e tracchi, in cartocci di pergamena ripiegati più volte. La vera no-

22 Da CLAUDIO CLAUDIANO, *Panegyricus Dictus Mallio Theodoro Consuli*.

23 R. BACONE, *De secretis Operibus Artis et Naturae et de Nullitate Magiae*.

24 R. BACONE, *Opus Majus*, 1267.





vità stava nella della presenza del salnitro, per noi nitrato di potassio e nitro per i romani, o sale di pietra, efflorescenza raccolta dai muri umidi. Trattandosi di un agente fortemente ossidante, oltre a garantire al miscuglio una perfetta combustione in qualsiasi contesto ambientale, gli consentiva pure di bruciare sott' acqua. Forse fu quello il componente che permetteva alle famose torce delle matrone di bruciare sott'acqua! Con Bacone, quindi, debuttò la polvere pirica, ma non per questo sembra recepita la sua energia propulsiva. Per averne i primi riscontri si deve scorrere il famoso *Liber ignium* di Marco Greco, personaggio misterioso vissuto fra l'ottavo ed il quattordicesimo secolo: improbo perciò assecondare se quanto asserisce sia una rielaborazione di Bacone o, non piuttosto, il contrario! Di certo si dilunga a descrivere rudimentali razzi, che definisce anche lui il *fuoco volatile*, dei quali espone diversi metodi di costruzione. Uno in particolare recitava: "prendi libbre 1 di zolfo vivo, 2 di carbone di

tiglio (ossia di ciliegio), libbre 6 di sale petroso [salnitro], trita tutto minutamente in pietra di marmo, quindi riponi polvere a beneplacito nella canna da volare o da far tuono. Nota che la canna da volare deve essere sottile e lunga e piena della detta polvere bene bene calcata... Nota che la canna da volare può avere più o meno rivolgimenti intorno ad arbitrio.<sup>25</sup>

Dalla metà del XIII secolo quei razzi non erano più un portento, essendo da decenni impiegati negli investimenti ossidionali, come nelle guerre in Toscana forse già dal 1230. Ulteriori notizie sui razzi, se non più attendibili certo più dettagliate, sono relative al 1379, allorquando i Padovani ne lanciarono un gran numero contro la città di Mestre. I Cinesi, i primi ad averne avviato l'uso bellico, sul finire del '400 dispongono di lanciarazzi su affusti ruotati, simili concettualmente alla *Katiuscia* sovietica o al *Nebelwefer* germanico dell'ultima guerra. In linea di massima un razzo a combustibile solido è costituito da un bossolo, fungente da serbatoio, camera di combustione e ugello di

In alto: Razzi Congreve

Alla pagina a sinistra: Ritratto di Marco Porcio Catone

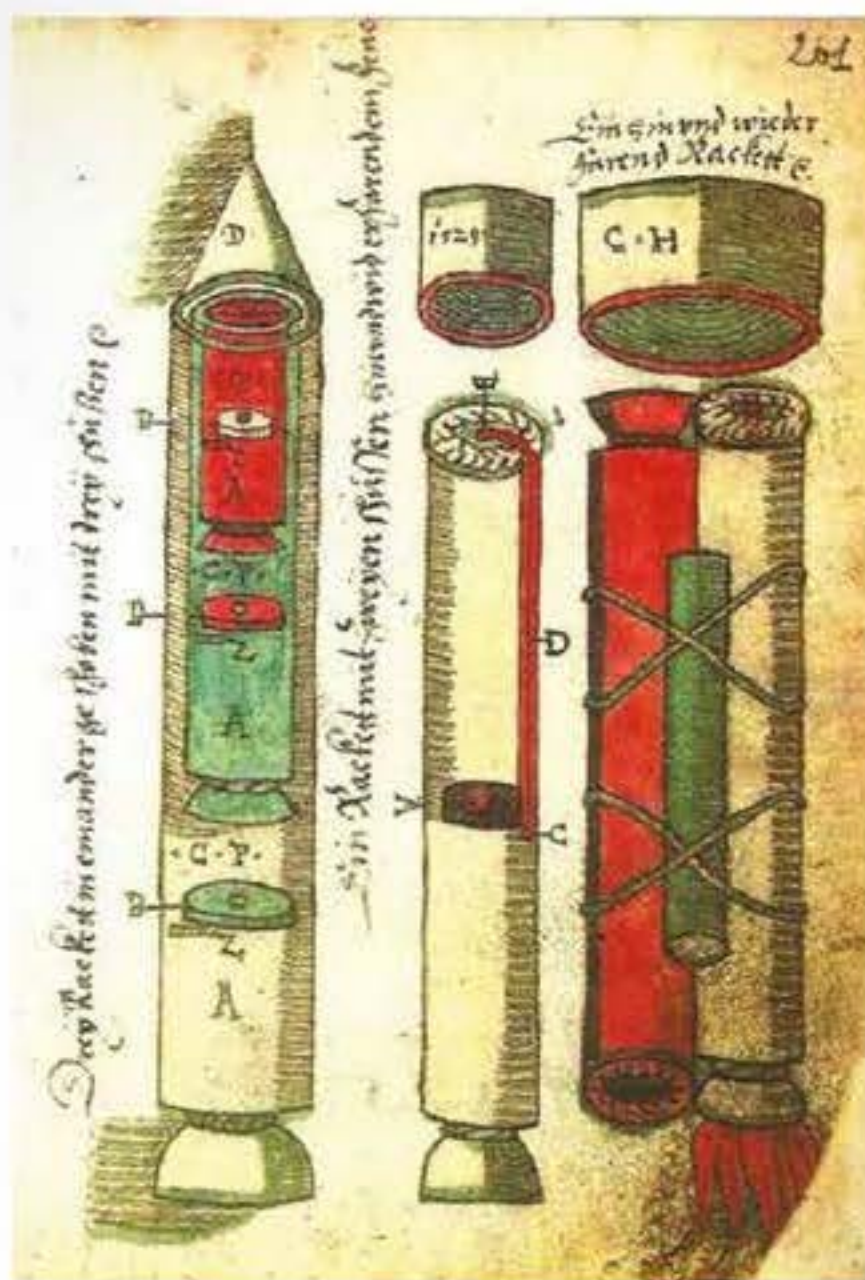
25 M. GRECO, *Liber ignium*, anteriore al 1267.



scarico. Combustibile per antonomasia la polvere nera a lenta combustione, peculiarità che ne frustrava l'istantanea esplosione, ed essendo bassa la pressione sviluppata, si poteva costruire il bossolo con cilindri di bambù, di cartone o di latta. La sua piccola camera di combustione, collegata all'ugello con una strozzatura, tratteneva i gas combusti ed incrementandone la pressione, ne provocava la violenta emissione. Fuoriuscivano, infatti, con velocità tra i 1500 ed i 2200 m/sec, provocando per reazione il volo, presto stabilizzato da governali, simili agli impennaggi dei dardi, o da una lunga bacchetta posteriore, ancora impiegata. Da allora il lancio di razzi bellici non cessò più, ed essendone facilmente recepibile la spinta propulsiva, se ne immaginò l'adozione nei veicoli terrestri.

Nei disegni di ingegneri del XV secolo, fra i quali anche Leonardo, si scorgono, infatti, razzi applicati alle ruote dei carri o direttamente agli stessi, o a ingenuie navicelle aeree, e non mancò chi ci lasciò la pelle nel provarle! Pochi anni

dopo, e con maggior cautela, s'iniziarono seri esperimenti prodromici per il distacco dalla terra, con razzi d'avanzata concezione. La riscoperta di queste fondamentali tappe nella corsa verso lo spazio, è del professor Todericiu, dell'Università di Bucarest. Nel 1961 rinvenne, nell'antica biblioteca di Sibiu, un manoscritto di Conrad Haas, 1509-1576, un ingegnere militare austriaco al servizio dell'imperatore Ferdinando I ed attivo nella difesa di Vienna assediata dai Turchi. In esso esponeva i suoi studi e le sue esperienze in materia, corredandoli con grafici e con testimonianze. Si apprese solo allora che nel 1529, mentre a Firenze Michelangelo tentava di proteggere con le balle di lana il campanile di S. Miniato dalle palle delle artiglierie imperiali, nella città di Sibiu in Romania, un razzo a due stadi di Haas si era sollevato da terra, dinanzi ad una folla di spettatori sbalorditi. Un paio di decenni dopo, per l'esattezza nel 1555, sempre Haas progetta e costruisce un nuovo razzo, questa volta a tre stadi: consta di un tubo metallico sormontato da un'ogiva conica, al cui



In basso a sinistra: Il missile a due stadi di Conrad Haas  
In basso a destra: Un foglio del manoscritto di Conrad Haas





interno sono collocati, uno sopra l'altro, tre grossi endoreattori, terminanti con tre ugelli gasdinamici. Il loro diametro è decrescente dal basso verso l'alto, di modo che ciascuno di essi, esaurita la combustione, possa venire espulso insieme alla sezione di tubo ormai superflua. Ed essendo la spinta necessaria all'ascesa sempre minore via via che la carica si consuma, i tre razzi oltre ad essere di diametro decrescente lo sono anche, e sensibilmente, di volume.<sup>26</sup>

L'alimentazione adottata era ancora a polvere pirica ma, nei futuri perfezionamenti era prevista una miscela liquida a base d'acetato di etile, composto ricavato dall'alcool etilico, di ammoniaca, ricavata dalle urine, d'acido acetico, normale aceto e di altri componenti ancora, come si ricava dai suoi appunti. Razzi talmente avanzati da risultare più evoluti dei quelli usati nelle guerre del XIX secolo! Anche il secondo grande razzo a tre stadi lanciato nel cielo di Sibiu, al cospetto di un pubblico maggiore, funzionò in maniera esemplare, suggerendo ad Haas di ricavare nella ogiva l'alloggiamento per una cavia, per studiare gli effetti biologici del volo ad altissima velocità. Intuibile il traguardo del volo umano, qualora fisiologicamente compatibile. Oggi sappiamo che lo era e, significativamente, proprio un grande razzo a tre stadi, il *Saturn V*, porterà sulla Luna uomini, alloggiati nell'ogiva!

## I droni

Il termine *drone* in inglese indica qualcosa che ronzia, e più in generale, lo stesso ronzio, che può indifferentemente riferirsi a un grosso insetto o a un piccolo aeromodello, propulso da un minuscolo e rumoroso motorino a scoppio. E forse fu proprio per questa peculiare connotazione che così vennero denominati, sin dal loro primo apparire, gli aeromobili a pilotaggio remoto, in altre parole radiocomandati e del tutto privi di uomini a bordo, piloti o passeggeri che fossero. Nei più recenti il controllo diretto del volo è affidato al computer di bordo che ha memorizzata la rotta per la destinazione programmata e allo stesso tempo, vagliando le indicazioni trasmesse da un gran numero di appositi sensori, relative alle condizioni meteo esterne ed ai parametri di volo, interviene sugli organi meccanici di propulsione e di direzione deputati alla navigazione aerea, in maniera non diversa di quanto un odierno pilota automatico effettua sugli aerei di linea. Ma un controllo remoto, ai quali sia i parametri che le immagini del volo vengono trasmesse, istante per istante può se necessario intervenire sui comandi gestendoli manualmente. Agevole ravvisare i

vantaggi di un siffatto velivolo, abbastanza evidenti soprattutto in ambito militare e un poco meno nel civile: ai primi possono ascrivere le ricognizioni in territorio ostile, le missioni di spionaggio propriamente dette e, non ultimi i sorvoli offensivi, essendo alcune tipologie di droni debitamente armati. Quanto all'ambito civile, invece, li si impiega per indagare in senso figurato o concreto, laddove i contesti operativi sono notoriamente rischiosi per la sopravvivenza di quanti preposti ad intervenire, come negli incendi, nelle esalazioni di gas tossici o, ancora, nelle aree contaminate da radiazioni. Di recente ulteriori nuovi impieghi si sono individuati nelle ricerche archeologiche e nelle riprese cinematografiche. Un ventaglio quindi di prestazioni pacifiche, paradossalmente, persino più ampio delle militari, peraltro, in costante ulteriore incremento.

L'istallazione di sofisticate telecamere a bordo, docilmente obbedienti ai comandi del pilota a terra, e che per molti aspetti possono considerarsi i suoi occhi, consentono ai droni anche nelle tenebre più assolute e nelle più fitte nebbie di vedere perfettamente, di avvicinare con le loro sofisticate ottiche enormemente quanto inquadrato e di fissarne l'immagine a alta risoluzione, inducendoci ad accreditargli un recente esordio. La stessa conclusione suggeriscono l'intuibile complessità e la straordinaria portata dei radiocomandi di pilotaggio remoto che, non di rado, operano a distanze di migliaia di chilometri, magari avvalendosi dell'appoggio di appositi satelliti. Macchine perciò di recentissimo criterio informatore e di sempre più avanzata tecnologia: la realtà, invece, almeno per la loro invenzione è ben diversa, essendo stata sviluppata nel corso della prima guerra mondiale, suggerita per giunta, incredibile a dirsi, da esperienze concrete sia pure rudimentali, di gran lunga più antiche! Droni furono, ad esempio, i palloni con appese cariche di esplosivo, *ballonbommen*, fatte brillare con dei dispositivi a tempo, utilizzati dagli Austriaci contro la Repubblica di S. Marco a Venezia nel 1848-49, lanciandoli dalla nave Vulcano.<sup>27</sup> Tecnica rozza e priva di effettivi riscontri ma che, nonostante ciò, sarà ancora usata nella seconda guerra mondiale dai Giapponesi, per inviare dei palloni di carta con piccole cariche incendiarie, o biologiche, verso le foreste americane, avvalendosi della spinta delle correnti in quota.<sup>28</sup> In entrambi i casi, però, la mancanza di adeguati organi autonomi di guida finì per far fallire un gran numero di quegli aerostati bombardieri, quando non addirittura di farli dirigere verso chi li aveva lanciati!

27 Sulla vicenda cfr. H. KRONBERGER, *Das Österreichische Ballonbuch*, Vienna 1987.

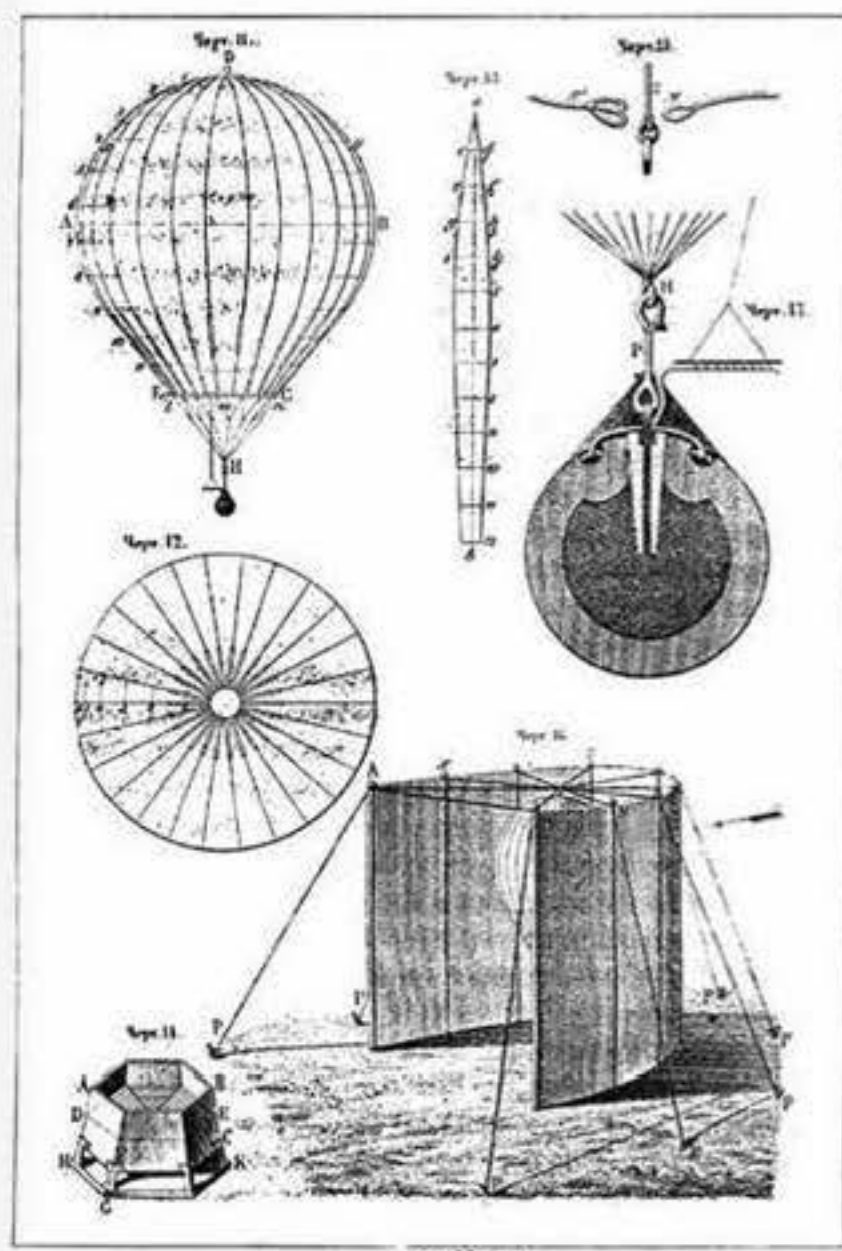
28 In merito cfr. R. C. MIKESH, *Japan's World War II Balloon Bomb Attacks on North America*, Smithsonian Institution Press, 1973.

26 T. DORU, *Preistoria Rachetei Moderne. Manuscrisul de la Sibiu 1529 - 1569*, Bucarest 1969.









L'idea, nonostante tutto, non era affatto errata, ma soltanto prematura, per cui tornò in auge non appena si dispose di efficienti apparecchiature di telerilevamento e di controllo a distanza, ovvero di adeguati trasmettitori radio di posizione, e più ancora di radiocomandi, che divennero disponibili in pratica nel corso della Grande Guerra, e la cui eccezionale potenzialità sarà platealmente dimostrata da Guglielmo Marconi accendendo il 26 marzo del 1930 da bordo della sua Elettro con un impulso radio le luci del municipio di Sydney. Impiegando quei primi radiocomandi, fu costruito

In alto: Rilievo grafico dei palloni bomba usati dagli Austriaci contro Venezia nel 1848-49

A destra: Uno dei palloni incendiari giapponesi usati nell'ultimo conflitto mondiale

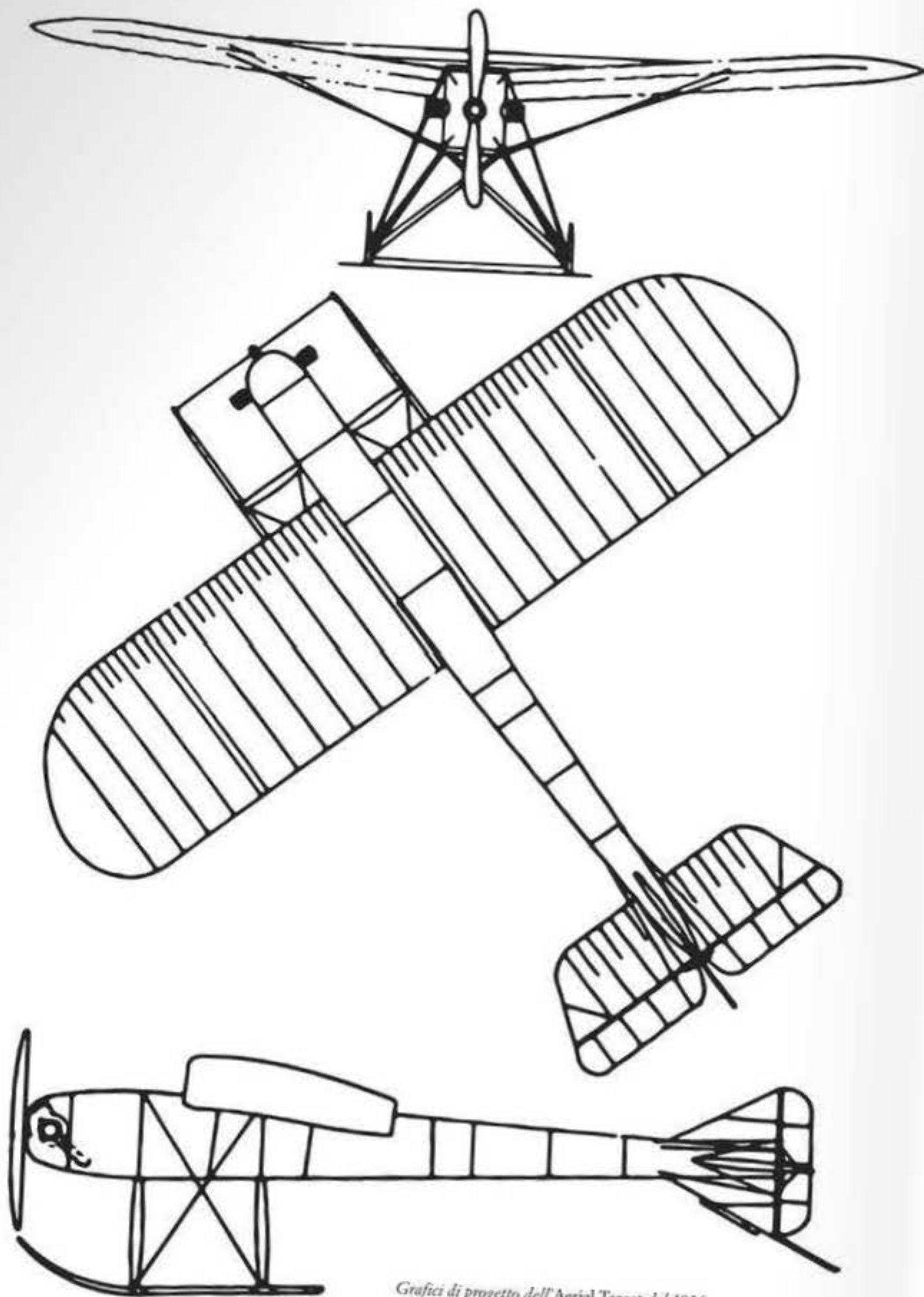
Alla pagina a sinistra

In alto: Un drone della US Customs and Border Protection unmanned aerial vehicle

In basso: Un drone 'barracuda' delle forze armate tedesche







*Grafici di progetto dell'Aerial Target del 1916*

nel 1916 il prototipo di aereo senza pilota battezzato, per meglio custodirne il segreto, *Aerial Target*. Fu la volta, qualche mese dopo, in data 12 settembre dello stesso anno, del secondo *Herwitt-Sperry*, più noto però come bomba volante, che con il suo volo di collaudo dimostrò l'affidabilità dell'intera tipologia.

La finalità militare che sollecitava quelle costruzioni aeronautiche, e che ormai possedeva gli strumenti per imporsi, mirava a realizzare un piccolo aereo, riempirlo di esplosivo e poi, attraverso i radiocomandi azionati in vista del bersaglio, condurvelo sopra. Un mezzo del genere più che un drone nel senso attuale dell'accezione, era in realtà un proietto radioguidato, una bomba comandata a distanza, che per mancanza di adeguati congegni per la tele-visione, doveva impiegarsi nel ristretto raggio visuale intercorrente tra base di lancio e il bersaglio. Vennero pertanto impiegati, e soprattutto immaginati, per la guerra navale, sia perché le navi si combattevano fra loro a vista, sia perché con un'unica potente carica di esplosivo che fosse penetrata nello scafo dall'alto fino ai depositi di carburante o munizioni, se ne poteva determinare l'affondamento (come infatti avverrà il 9 settembre 1943 quando la corazzata italiana *Roma*<sup>29</sup> fu colpita ed affondata dalla bomba tedesca radioguidata in planata SD-1400, ribattezzata dagli alleati *Fritz X*). Nei mesi a seguire i progetti

29 Sulla vicenda cfr. A. AMICI, *Una tragedia italiana. 1943 - L'affondamento della corazzata Roma*, Milano, Longanesi, 2010.

In alto: Rara foto del drone Herwitt-Sperry pronto a decollare nel 1916

Al centro: Rarissima foto dell'*Aerial Target*  
In basso: La corazzata italiana *Roma* in navigazione





di bombe volanti, o di aerei bombe, radiocomandati si susseguirono, superando la prima difficoltà costituita dalle interferenze che i motori rotativi, con il loro rudimentale impianto di accensione, provocavano sulle frequenze di trasmissioni dei radiocomandi. Furono allora realizzati appositi motori di effimera durata, della potenza di appena qualche decina di hp, e si posizionarono gli organi di radioguida all'estremità della coda dell'aereo, in modo da proteggerli meglio dalle interferenze.

L'archetipo britannico *Aerial Target*, sviluppato tra il 1916-17, suggeriva tra i possibili impieghi, oltre alla guerra navale, la difesa contraerea, ovvero l'intercettazione e la distruzione in volo dei grandi Zeppelin germanici da bombardamento, operando ovviamente mediante controllo a vista da terra, o da un aereo limitrofo. Difficile, però, capire in quest'ultimo caso perché non fosse lo stesso aereo guida ad attaccare direttamente il dirigibile, dai ben noti insignificante armamento ed estrema vulnerabilità! In ogni caso ne avviò la costruzione un inventore privato, che in breve tempo, resosi conto delle difficoltà connesse col reperimento di idonei organi meccanici, fu costretto a richiedere l'intervento della forza armata regolare. L'apparecchio in costruzione, era un piccolo monoplano ad ala alta, le cui di-

mensioni erano di 6.7 m di apertura alare, 1.8 m di altezza per 227 kg di peso. A farlo volare provvedeva un motore bicilindrico raffreddato ad aria da 35 hp, mentre una antenna radio, disposta lungo l'intera fusoliera lateralmente, e sotto le ali garantiva la ricezione dei radiocomandi. Ne vennero costruiti sei esemplari siglati A 8957, 58, 59, 60, 61, 62 ed il loro primo volo avvenne il 6 luglio 1917: l'esito si dimostrò negativo, precipitando il prototipo prima che il radio controllo potesse entrare in azione! Il 25 luglio si procedette ad un secondo lancio, ma anche in questo caso l'esito fu negativo, in quanto l'apparecchio non riuscì a decollare. Tre giorni dopo il terzo tentativo, ugualmente fallito: sebbene fossero state apportate delle modifiche ai piani di coda fu il motore a venir meno. A questo punto il progetto pur non finendo abbandonato fu rinviato, e tornerà a esser preso in considerazione intorno al 1920.

Quasi contemporaneo un secondo drone analogo, realizzato dai fratelli Elmer e Lawrence Sperry, rinomati inventori aeronautici, ai quali si doveva un dispositivo giroscopico per la stabilizzazione degli aerei in volo in maniera automatica,<sup>30</sup> in seguito più conosciuto come pilota automatico. Proprio utilizzando quel giroscopio, ovviamente

In basso: La bomba tedesca radioguidata per impiego navale SD-1400, ribattezzata dagli alleati Fritz X

30 Per approfondimenti in merito cfr. W. SCHECK, *Lawrence Sperry: Autopilota Inventor e Aviation Innovator*, ristampa del novembre 2004 articolo in *Aviation History Magazine*, on line.



adattato al governo totale di un sia pur piccolo aeroplano, costruirono quello che definirono *Aerial Torpedo*, o siluro aereo. Il brevetto relativo, richiesto lo stesso anno, indicava tra gli organi di guida un paio di giroscopi, uno stabilizzatore per l'assetto dell'apparecchio ed un altro per la sua guida automatica secondo una rotta prestabilita; un barometro che indicasse l'esatta quota di volo e un dispositivo che stabilisse in base alla durata del funzionamento del motore, il momento in cui iniziare la caduta sul bersaglio. (È interessante notare che un dispositivo del genere, una vero odometro aereo mosso da una piccola elica posta sull'ogiva dell'arma, fu adottato per provocare la caduta delle V1 dopo una prestabilita percorrenza)<sup>31</sup> I due fratelli, convinti gli organi tecnici



<sup>31</sup> Sulla V1 cfr. D. IRVING, *Le armi segrete del III Reich*, Verona 1968



militari, ricevettero dalla US Navy ben 200.000 dollari per avviare la costruzione del loro apparecchio, che nel 1917 venne effettivamente consegnato. Spinto dal suo motore bicilindrico, il 6 marzo 1918 si alzò in volo, obbedendo docilmente ai radiocomandi. Le ulteriori prove, però, non ebbero esiti altrettanto felici, per cui quel prototipo finì abbandonato. Un terzo prototipo, ricordato col nome di *The Bug*, fu realizzato nel 1918 ma rivelatosi in fase di collaudo anche questo alquanto incerto, suggerì l'unificazione dei progetti in materia della marina con quelli dell'esercito, per superare una volta per tutte quelle deficienze. La fine della guerra pose termine alle prove e in sostanza all'interesse per quegli antesignani droni.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> H. & O. McDAID, *Warriors Robot. La Top Secret History of the Pilotless Plane*. Orion Media, 1997

In alto a destra e in basso a sinistra: L'odometro della V1 che ne provocava la caduta dopo una prestabilita distanza









## Aerofotografia archeologica

Nel corso della Prima guerra si svilupperà l'impiego della fotografia aerea ad integrazione delle semplice osservazione aerea militare, praticata già dall'epoca delle mongolfiere. Le foto prese da aerei, da aerostati o da dirigibili costituivano un ritratto oggettivo ed indiscutibile di quanto presente sul terreno, che poteva perciò essere attentamente studiato, interpretato e valutato in ogni sua caratteristica. La ricognizione aerofotografica, pur ostentando peculiarità squisitamente militari, ebbe un esordio in ambiti completamente diversi, e precedenti all'invenzione dello stesso aeroplano: la si utilizzò infatti in archeologia! Allo scopo ci si avvale di cervi volanti, di mongolfiere, di aerostati e di *draken*, quest'ultimi simili sempre debitamente frenati per consentirgli di restare in quota senza essere portati via dal vento e di poter essere con facilità recuperati con l'ausilio di un semplice verricello. Tecniche che si svilupparono a partire dalla metà del XIX secolo, praticamente all'indomani dell'invenzione della fotografia e, soprattutto, del ridursi dei tempi di ripresa e di sviluppo. Ritenendosi che l'immagine ripresa dall'alto con la lastra perpendicolare all'asse ottico dell'obiettivo, a sua volta perpendicolare al sottostante terreno, equivallesse a una prospettiva centrale, cioè a un grafico che poteva essere letto come una planimetria, se ne studiò l'istallazione a bordo<sup>33</sup> di palloni e dirigibile. E quando, dopo alcuni decenni, le fotocamere raggiunsero dimensioni abbastanza modeste, pesi relativamente lievi e tempi di scatto certamente rapidi, vennero applicate pure a dei palloni senza equipaggio.

Al riguardo il capitano Cesare Tardivo, 1870-1953, all'epoca comandante della Sezione Fotografica del Battaglione Specialisti del Genio, nel suo manuale sulla topofotografia dal pallone frenato<sup>34</sup> ricordava che i problemi da

33 Dal punto di vista storico intorno al 1859-60 l'idea di scattare foto da un pallone la ebbe per primo: "Il fotografo francese Félix Coumachon, meglio noto con il nome d'arte di Nadar...[che] dimostra la possibilità di prendere fotografie dall'alto... Allo scoppio della guerra di secessione... il *Signal Corps* (analogo al nostro Genio militare) riceve l'ordine di allestire un reparto di aerostieri. Costituito nel 1861, il reparto verrà disciolto nel 1863; i palloni vengono impiegati per osservare i movimenti del nemico, per fotografarne le posizioni e per dirigere il fuoco dell'artiglieria.", citazione tratta da AA. VV., *Storia dell'Aviazione*, Milano 1973, vol. I, p. 4

34 C. TARDIVO, *Manuale fotografia, telefotografia, topo fotografia dal pallone*, Torino 1911

Una ricostruzione museale del Kettering Aerial Torpedo





risolvere nelle riprese restavano comunque molteplici, essendosi solo eliminato quello inerente al peso. Per valutarne gli ambiti assegnando all'aerostiere un peso di 70 kg, al pallone con navicella almeno 60 kg, alla fune di ritegno lunga 1100 m altri 40 kg e 4 kg alla macchina fotografica si arrivava ad un peso complessivo di 175 kg: ora essendo la forza ascensionale dell'idrogeno, la maggiore in natura, pari a circa  $1 \text{ kg/m}^3$  occorreva un pallone non inferiore ai  $200 \text{ m}^3$ , restando così una forza ascensionale residua di appena 25 kg! Abbattendo i carichi si poteva utilizzare il palloncino sferico di  $65 \text{ m}^3$  per 5 m di diametro, pesante appena 26 kg, con fune di ritegno di 27 kg, che con la medesima macchina fotografica lasciava a sua volta 7 kg di forza ascensionale residua, sufficiente in assenza di vento.<sup>35</sup>

Ma occorreva escogitare un dispositivo che facesse azionare l'otturatore della fotocamera da terra, ed alleggerire al massimo la macchina. Nei primi anni del '900 dispositivi del genere per le riprese topografiche, primo fra tutti l'otturatore comandato elettricamente da terra, furono approntati a opera del tenente del genio ingegnere Attilio Ranza che li descrisse nel suo libro,<sup>36</sup> dopo averne verificata l'efficacia. E sempre per contenere al massimo il peso da sollevare, la corrente necessaria per l'alimentazione dell'elettrocalamita, era fatta passare attraverso il cavo di ritegno, trasformato in una sorta di conduttore bipolare, formato con due trecce di fili d'acciaio, debitamente isolate fra loro. Della squadra addetta alle riprese facevano parte otto uomini tra i quali un elettricista, un meccanico, un sarto (il pallone era pur sempre di seta), un cordaio, un fotografo e tre aerostieri. Nonostante l'accennata semplificazione il costo del pallone, dell'idrogeno, della macchina fotografica e dei vari accessori necessari al funzionamento, nonché la spesa per le giornate della squadra di serventi impiegata, restrinse l'impiego della foto aerea dall'aerostato al solo ambito militare, affidandoli a un apposito Battaglione Specialisti del Genio.

<sup>35</sup> Cfr. C. TARDIVO, *Manuale...*, cit. p. 92

<sup>36</sup> A. RANZA, *Fotopografia e fotogrammetria aerea. Nuovo metodo per il rilevamento topografico di estese zone di terreno*, Roma 1907

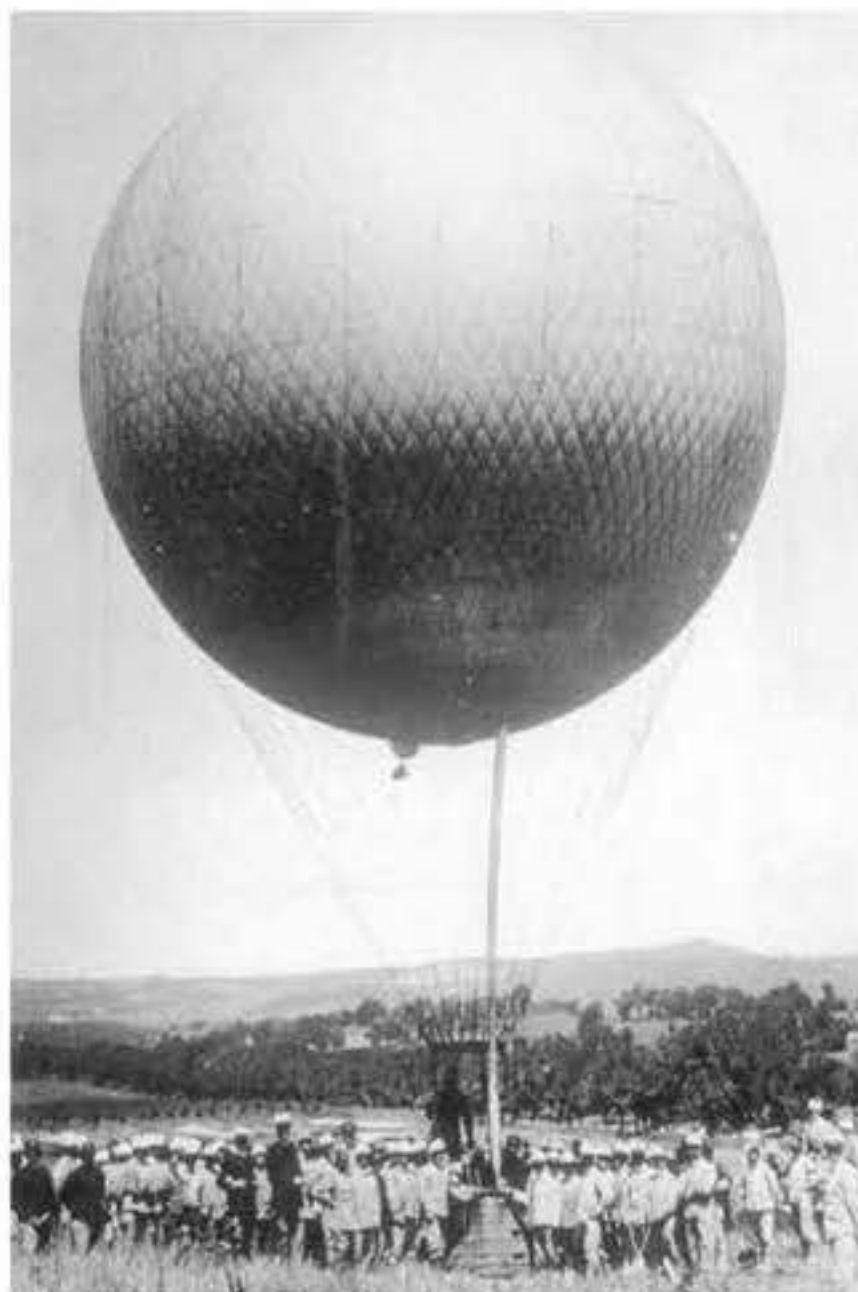
In alto: Un aerostato del Battaglione Specialisti del Genio in procinto di sollevarsi

In basso: Un pallone utilizzato per le riprese fotografiche aeree dagli aerostieri del Genio

Alla pagina a sinistra

In alto: Rarissima foto del Kettering Aerial Torpedo in procinto di decollare

In basso: Altra rarissima immagine del Kettering Aerial Torpedo in fase di preparazione al decollo





Nei pressi di Monte Mario a Roma se ne avviarono le esperienze concrete di utilizzo, seguite con stupore da nugoli di curiosi.<sup>37</sup> Venuto in qualche modo a conoscenza di quella nuovissima tecnica di ripresa dall'alto, il mitico Giacomo Boni,<sup>38</sup> grande archeologo e rinomato architetto, propose per primo di avvalersene per intraprendere il rilevamento di alcune zone di Roma di eccezionale interesse archeologico e artistico. Allo scopo già si era avvalso, intorno al 1898, durante le sue campagne di scavo del Foro Romano di riprese aeree, realizzate grazie a un singolare apparecchio fotografico montato su di uno strano cervo volante, più noto con il nome di 'parakite'. Gli esiti di quelle riprese furono incoraggianti, tant'è che lo studioso ne divulgò le caratteristiche.<sup>39</sup> Di tale inedita opportunità il Boni, infatti, dopo averne informato il Ministero, ne parlò pure con Giuseppe Fiorelli, allora responsabile della Direzione Generale di Antichità e Belle Arti del Ministero della Pubblica Istruzione con alle spalle una lunga direzione agli Scavi di Pompei. Stando sempre al Boni, tra le altre cose gli avrebbe proposto di far fotografare gli scavi di Pompei da un'altezza di 1000 m, quando il sole avesse raggiunto un'inclinazione di 45°, eguagliando a quell'ora la lunghezza delle ombre l'altezza delle costruzioni.

Nel frattempo Boni, portando innanzi quelle sue esperienze sull'impiego della foto aerea zenitale in archeologia entrò in contatto con gli aerostieri del Genio e, nel 1899, se ne avvalse per ottenere le prime foto dall'alto del Foro Romano. Qualche anno dopo, acquisita una discreta esperienza in materia di riprese archeologiche, è il comandante del reparto il ten. col. Maurizio Moris, a offrire la sua collaborazione al Ministero della Pubblica Istruzione, per operare il rilievo aereo di Pompei, realmente effettuato tra il 17 e il 27 agosto del 1910 con un pallone aerostatico e l'attrezzatura fotografica relativa. Il sollevamento dell'aerostato era prodotto dall'idrogeno: non era l'unico gas più leggero dell'aria ma il più leggero fra tutti i similari, rien-

37 Per ulteriori notizie in materia cfr. A. CHIUSANO, M. SAPORITI, *Palloni, dirigibili ed aerei del Regio Esercito 1884-1923*, Roma 1998, pp. 11-15.

38 Sulla singolare figura di Giacomo Boni, cfr. S. CONSOLATO, *Giacomo Boni, il veggente del Palatino*, in *Politica Romana* 6/2000-2004.

39 Cfr. G. STEFANI, *Il rilievo topofotografico di Pompei del 1910*, in *Studi di Aerotopofotografia Archeologica*, in *Archeologia Aerea* 3, Salerno 2006, p. 15, nota 2.

In alto: Carro di manovra del pallone con serventi addetti al verricello di recupero

In basso: L'archeologo ed architetto Giacomo Boni

Alla pagina a destra: Il Foro Romano ed il Palatino ripresi dal pallone







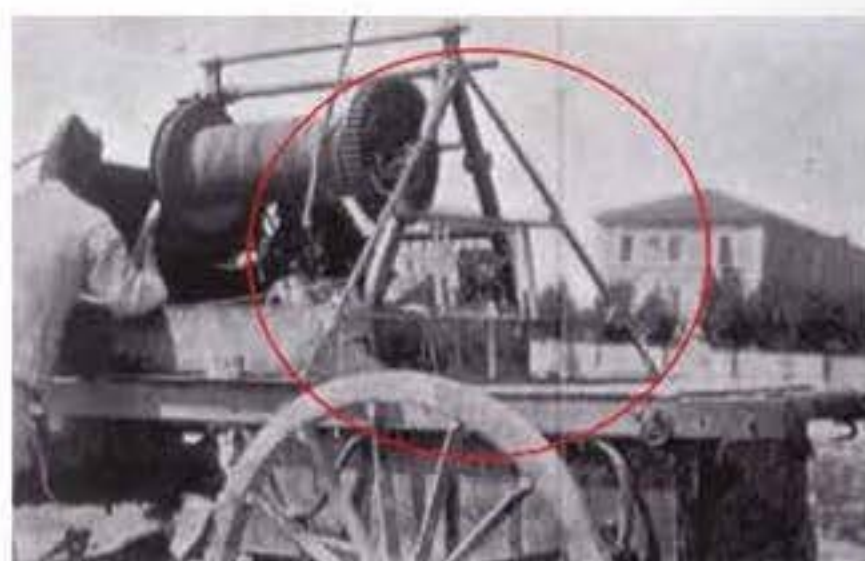


trando nella categoria anche il cosiddetto gas illuminante, composto al 50% di idrogeno al 35% di metano, al 10% di ossido di carbonio e al 5% di etilene, per cui se non risultava strettamente necessaria la sua maggiore forza ascensionale, si potevano gonfiare i palloni anche con il gas illuminante più facile da reperire dovunque. Proprio per la difficoltà di reperimento e di trasporto, spesso l'idrogeno veniva prodotto direttamente sul posto, sfruttando per lo più la reazione dell'idruro di calcio e acqua, e allo scopo era stato approntato un piccolo carro generatore da utilizzarsi laddove non si potesse disporre delle bombole di idrogeno ad alta pressione. Circa le tecniche utilizzate, è interessante ricordare che effettuando le foto da 1000 m di quota con una fotocamera che aveva 1 m di distanza focale, le immagini si avevano in scala 1/1000, su lastre da cm 21x21.

In alto a sinistra: *L'archeologo a lungo direttore degli scavi di Pompei Giuseppe Fiorelli*

Prima in alto a destra: *Due soldati aerostieri alla manovra del verricello del pallone frenato*

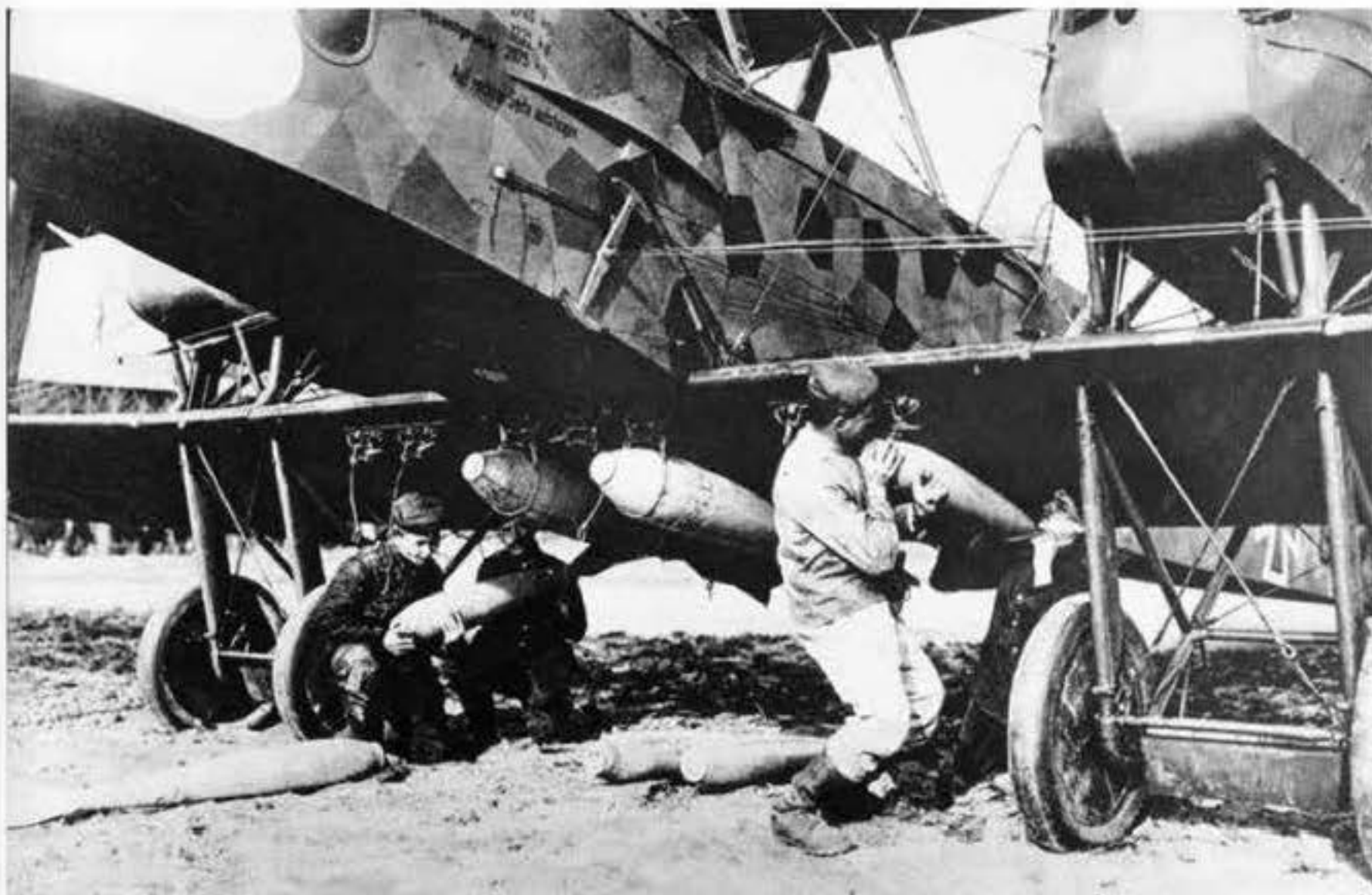
Seconda in alto a destra: *Dettaglio del verricello per il recupero del pallone frenato e nel cerchio rosso il supporto triangolare per la sospensione della fotocamera*



## Aerei di linea

Dopo i primi sollevamenti da terra con rudimentali apparecchi, che a stento riuscivano a sostenere il peso del pilota, ben presto per numerose ragioni, per lo più connesse con l'impiego bellico delle macchine volanti, gli aerei divennero spesso dei biposti. A bordo s'impose, infatti, un servente per poter maneggiare la mitragliatrice, poi un navigatore e in seguito anche un radiotelegrafista,<sup>40</sup> funzioni che solo in parte e non in maniera ottimale potettero rientrare nelle mansioni del pilota dopo l'automatizzarsi di armi e strumenti. L'aereo perciò iniziò a trasportare un equipaggio, specialmente quando era destinato ad effettuare dei bombardamenti a lungo raggio. E furono appun-

40 I primi ad installare un'apparecchiatura radio a bordo degli aerei furono i Russi: "Nelle manovre del 1911 l'aviazione russa dispone già di un gran numero di velivoli. Nel luglio di quell'anno il colonnello Chokolzoff ed il tenente Pankratoff effettuano con successo i primi tentativi di collegamento tra aerei e stazioni a terra." La citazione è tratta da Aa. Vv., *Storia dell'aviazione*, Milano 1973, vol. I, p. 10.



to quei grossi e pesanti apparecchi che a guerra finita suggerirono un loro impiego alternativo, anche perché le tante missioni sostenute ne avevano determinato delle sostanziali migliorie, per cui oltre all'incremento delle prestazioni erano ormai evidenti la rilevante velocità, esaltata dalle rotte rettilinee e l'ormai nota affidabilità, assolutamente inconfondibili con i lenti e penosi trasporti terrestri. Un sintomo della preminenza acquisita nell'ambito degli spostamenti veloci di merci e passeggeri lo si può cogliere nel corso del-



In alto e in basso a destra: Un bombardiere Gotha e un Caproni Ca.36 trasformati in aerei civili ed adibiti ai voli di linea









la grande crisi del '29, durante la quale a differenza di tutti i settori, profondamente depressi e decimati, quello dei trasporti aerei civili non solo non vide alcuna contrazione, ma addirittura passò alla storia come l'età d'oro dell'aviazione civile.

Volendo tracciare una sia pur breve sintesi di quell'affermazione, si deve partire proprio dalla fine del conflitto quando un gran numero di macchine e di piloti si ritrovarono praticamente disoccupati, inventandosi così, per racimolare il necessario per vivere, degli spettacoli al limite tra il circense e la parata. Piloti più o meno spericolati, quanto abili, si cimentavano in acrobazie aeree, cercando di affascinare e quindi richiamare sempre più spettatori. In quelle rischiose performance si distinsero soprattutto gli ex piloti da caccia, con i loro maneggevoli apparecchi, tentando così di accaparrarsi i vari premi, spesso non indifferenti che alcune amministrazioni pubbliche, e non di rado anche le più importanti imprese private, mettevano in palio per le prestazioni più eclatanti.

Il Daily Mail, ad esempio, sin dal 1913 aveva promesso ben 10.000 sterline al primo pilota che fosse riuscito a trasvolare l'oceano Atlantico, gara però dissoltasi per la guerra e, più ancora per la mancanza di un adeguato aereo. Nel 1919, nel clima appena delineato, quell'interesse si riaccese, e complice l'enorme disponibilità di apparecchi a grande autonomia finalmente, il 14 giugno di quello stesso anno, due ex militari, il capitano John Alcock

*Ricostruzione pittorica del grande bombardiere tedesco Gotha*





e il tenente Arthur Whitten Brown decollarono da Terra-nova atterrando in Irlanda, a circa 3000 km di distanza. Per l'impresa si avvalsero di un bombardiere pesante britannico, il *Vickers Vimy*, costruito pochi anni prima e modificato per accrescere la capacità dei serbatoi del carburante, sebbene la sistemazione del suo equipaggio fosse ancora rudimentale nella carlinga aperta e priva di qualsiasi comfort. Il volo incontrò condizioni meteo proibitive, costringendo il Brown a salire sull'ala per liberare le prese d'aria dei motori dal ghiaccio. Al mattino successivo fu avvistata la costa irlandese, ma l'atterraggio compiuto effettuato pochi minuti dopo, provocò seri danni all'apparecchio: illesi i piloti che guadagnarono così oltre al premio anche il titolo di baronetti.

Negli anni immediatamente successivi, altri piloti si cimentarono in lunghe trasvolate, dimostrando ulteriormente l'affidabilità dei velivoli e dando vita, tra l'altro, vita al servizio di posta aerea che avviatosi in Francia nel 1919 con la *La Ligne*, divenuta poi l'*Aéropostale*, si diffuse in pochi anni all'intero continente americano con collegamenti regolari, compiuti anche di notte, premessa dei voli di linea propriamente detti. Sarà con Lindbergh ed il suo solitario

volo da New York a Parigi, del 1927 che l'aviazione di linea spiccherà il balzo definitivo, tant'è che proprio in quel decennio si ebbero i primi collegamenti regolari aerei con passeggeri paganti: tra le compagnie si distinse la *Deutsche Luft Hansa*, genitrice delle più nota *Lufthansa* i cui piloti già dal 1931 volavano di giorno e di notte anche al di sopra delle Alpi.

La concorrenza fra le diverse compagnie per accaparrarsi fette maggiori di mercato, valsero a stimolare ulteriormente i progressi del mezzo. Al riguardo basti pensare che se nel 1920 lo *Spad 20* raggiungeva i 265 km/h, sul finire dello stesso anno il *Nieuport-Delage* toccava i 310 km/h, velocità reputata quasi un limite invalicabile. Nonostante ciò appena tre anni dopo si volava già a 450 km/h in un cre-

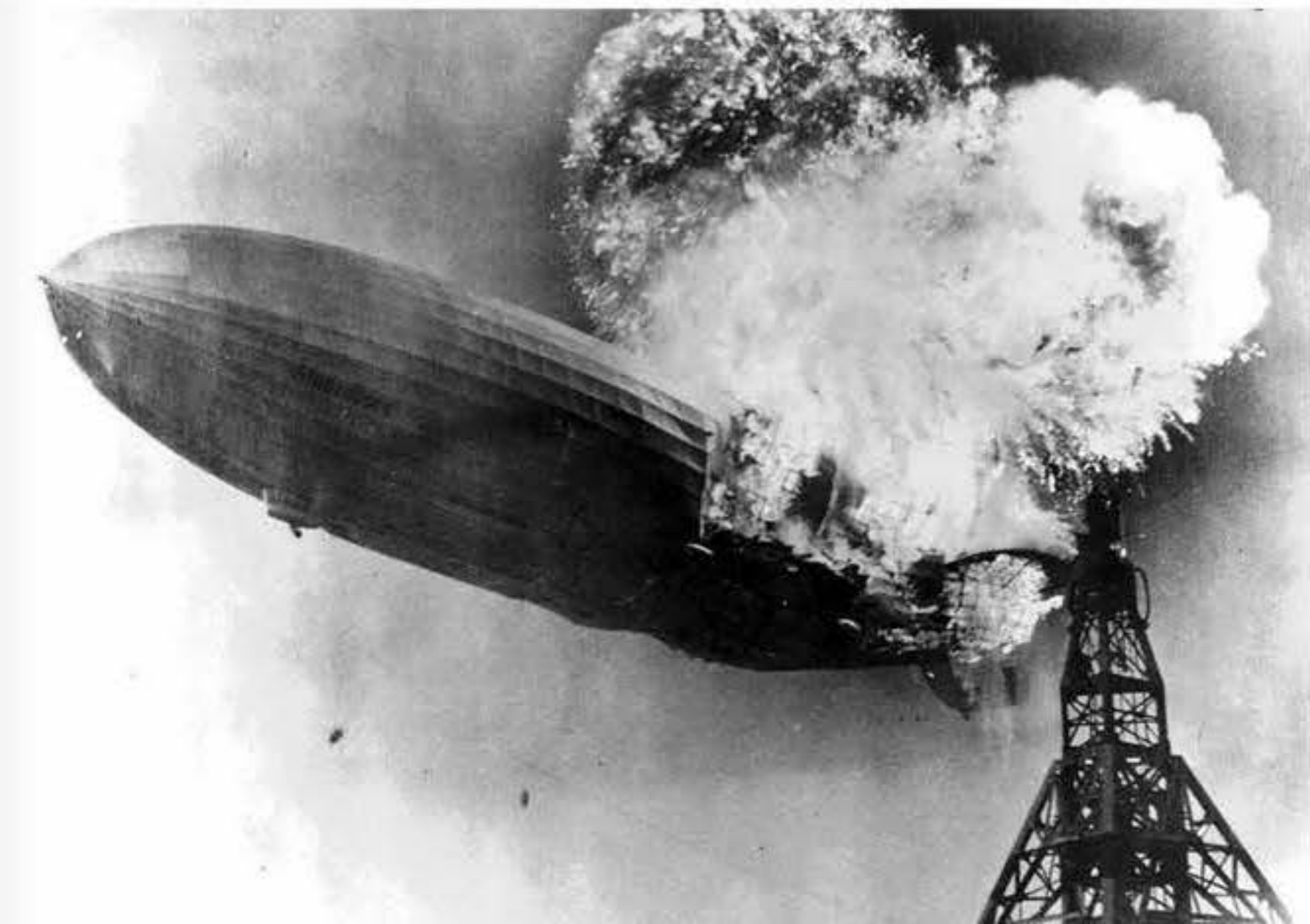
In alto: Il bombardiere bimotore pesante di fabbricazione britannica *Vickers-Vimy*

Alla pagina a destra

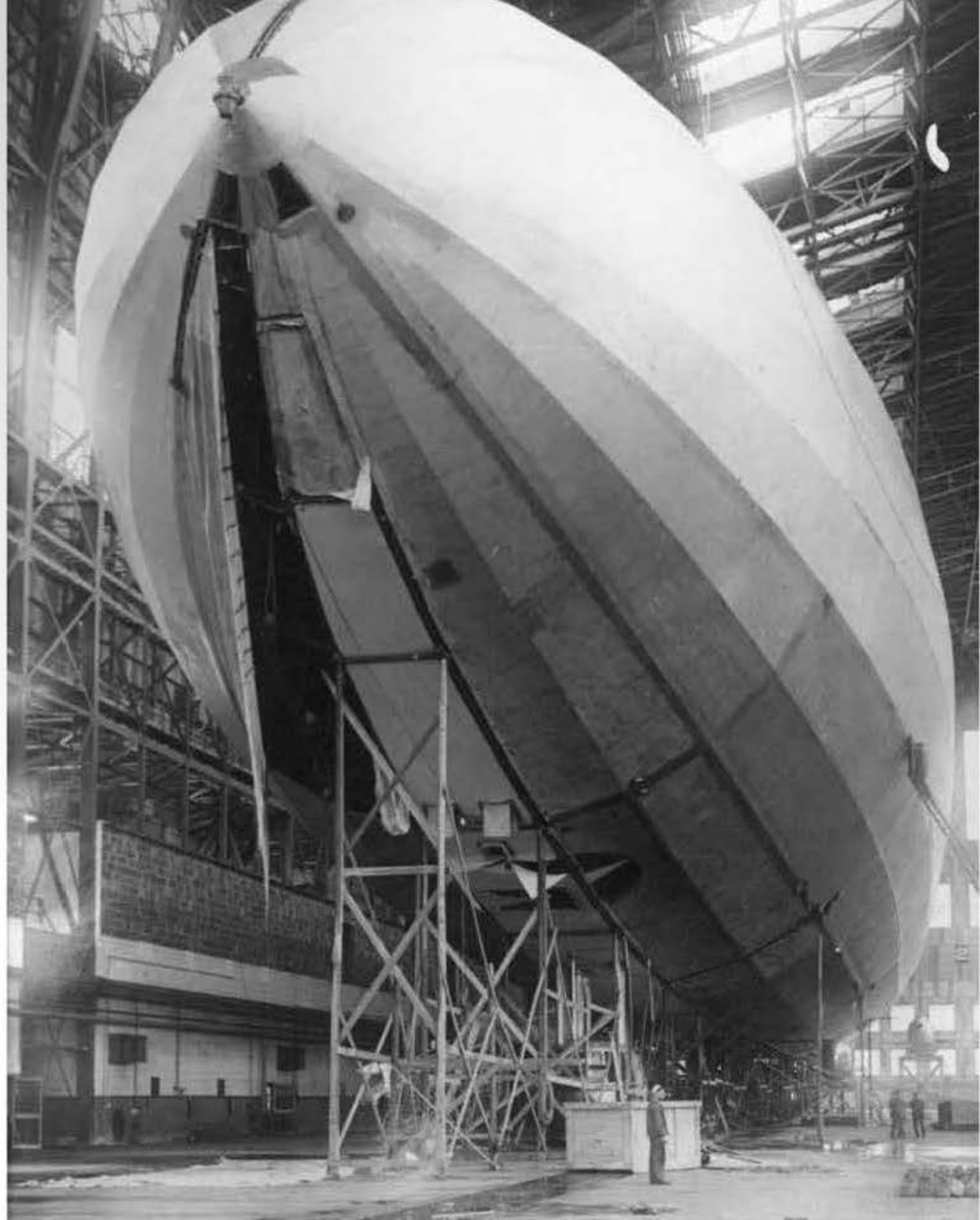
In alto a sinistra: L'alloggiamento del mitragliere sul bombardiere tedesco *Gotha*

In alto a destra: Il conte Ferdinand Adolf August Heinrich von Zeppelin

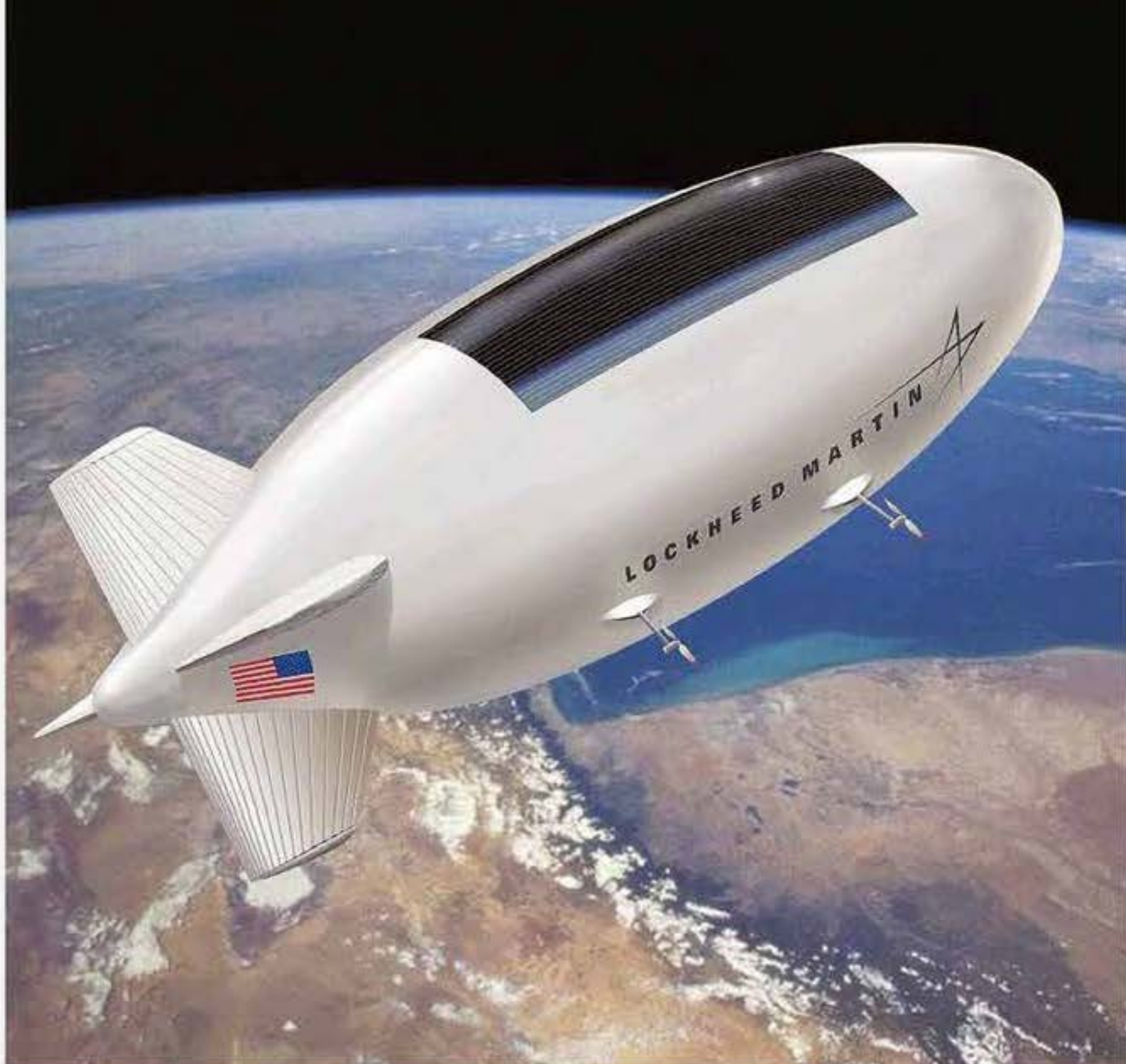
In basso: L'incendio del più grande dirigibile Zeppelin, l'*Hindenburg* nel 1937











scendo, che pur rallentando progressivamente montò fino al superamento anche in ambito civile della velocità del suono. Non meno significativi gli sviluppi delle linee aeree: se nel 1919 coprivano circa 5.200 km, già dieci anni dopo erano ascesi a 202.000, per passare otto anni dopo ancora a oltre 535.000! Nella vicenda del trasporto aereo civile, in particolare passeggeri, ebbe un ruolo, sia pure alternativo, anche il più leggero dell'aria, soprattutto con i grandi dirigibili del conte Ferdinand Adolf August Heinrich von Zeppelin, che potevano considerarsi sotto molti aspetti dei veri transatlantici del cielo, con esiti di notevole prestigio fino al 1937, anno che vide il tragico rogo dello LZ 129 *Hindenburg* in assoluto il maggiore.

Di recente i dirigibili sono ricomparsi: assolutamente ininfiammabile per l'utilizzo dell'elio come gas di riempimento, propulsi da leggeri motori elettrici, alimentati da pellicole fotovoltaiche poste sopra l'involucro, ostentano autonomie di volo dell'ordine di anni, e lasciano ipotizzare ampio impiego nel trasporto merci e nei compiti più svariati nei quali la velocità non è determinante.

*In alto: Il dirigibile a propulsione elettrica, alimentata da un grande pannello fotovoltaiche della Lockheed Martin*

*Alla pagina a sinistra: Un grande dirigibile Zeppelin nell'hangar di Los Angeles*







**Parte SECONDA**





# ATTINENZE ALL'ABBIGLIAMENTO

## *Introduzione: la lana e la guerra*

Il settore dell'abbigliamento per la sua stretta contiguità con quello della moda, è stato quasi sempre considerato frivolo e sostanzialmente privo di significativi coinvolgimenti scientifici e di apporti tecnologici avanzati. La realtà, invece, è lontana da questo frustrato stereotipo, essendo non solo un ambito in continua evoluzione sin dalla preistoria ma anche, per ovvie ragioni, un settore produttivo tra i più importanti sotto il profilo economico e tra i maggiori sotto quello produttivo. Logico quindi che, proprio per tale sua vastissima portata, finì per rientrare a vario titolo nel nuovo sistema tecnico attivato dalla Grande Guerra, sia per qualità di tessuti di recente invenzione, sia per quantità di capi d'abbigliamento realizzati secondo criteri razionali. Basti al riguardo considerare la rivoluzione che subirono le uniformi da combattimento, passando da una concezione quasi vessillifera, con stoffe pesanti e colori sgargianti, pennacchi e decori dorati, ad una che, sebbene non ancora mimetica, già tendeva, con i suoi pochi colori smorti, prossimi a quello del fango e

i soli distintivi di corpo e grado, se non a confondersi con l'ambiente circostante almeno a non risaltarvi. Un vestiario che nel suo insieme iniziava ad essere studiato e realizzato in relazione agli impieghi prevedibili ed alle reali esigenze fisiche e fisiologiche nei diversi ambiti operativi. Sarà questa perciò l'esigenza fatta sentire dalla Grande Guerra: "di più pratiche soluzioni, che... [dopo] un iniziale quanto blando tentativo di ripristinare la vecchia uniforme turchino-scuro-tentativo a cui si oppose lo stesso re Vittorio Emanuele III... consacrò il «grigio-verde» come colore di fondo dell'uniforme... [e avviò] una serie di esperimenti tesi alla ricerca di una nuova uniforme «tipo». Nessuno degli esperimenti dette però apprezzabili risultati... [per cui] la forma rimase quella della prima guerra mondiale."<sup>1</sup> La stringente necessità di fornire in brevissimo tempo a milioni di coscritti un vestiario completo e di identica foggia dal berretto ai calzini, per non parlare delle scarpe, confezionato in poche

<sup>1</sup> Da A. VIOTTI, *Uniformi e distintivi dell'Esercito Italiano nella seconda guerra mondiale 1940-1945*, Roma 1988., p. 5



taglie, contribuì a determinare una razionalizzazione delle forme, una semplificazione delle linee e, per ovvie ragioni, una più oculata scelta dei tessuti. Senza contare che prevedendosi ormai un lungo protrarsi dei combattimenti, l'uniforme doveva necessariamente differenziarsi in invernale ed estiva, diversità che si applicherà anche per i vari teatri, alcuni dei quali a clima tropicale altri nordico. La produzione seriale, peraltro già nota e applicata negli Stati Uniti, si impose come unico mezzo in grado di soddisfare la richiesta, abbattendo con la sua adozione i costi unitari che, sino ad allora, avevano di fatto precluso al ceto meno abbiente l'accesso al vestiario nuovo. Per moltissimi soldati, infatti, l'uniforme ricevuta in dotazione non fu il primo abito militare, ma il primo abito nuovo mai posseduto! Analogo discorso per le scarpe, spesso le prime mai calzate, oltre alle cioce. Il sistema delle taglie standardizzate che la Grande Guerra imporrà, si diffonderà subito dopo anche al vestiario norma-

le, avviando per uomo e donna il mercato delle confezioni pronte. A quel generale ripensamento dell'uniforme militare, per varie ed importanti connotazioni non si sottrasse l'abbigliamento femminile, che cesserà di essere lo sgargiante richiamo per gratificanti seduzioni e fatue esibizioni, assurgendo a modo di vestire più consono alle necessità imposte dal lavoro, che con l'avanzare del conflitto divenne sempre

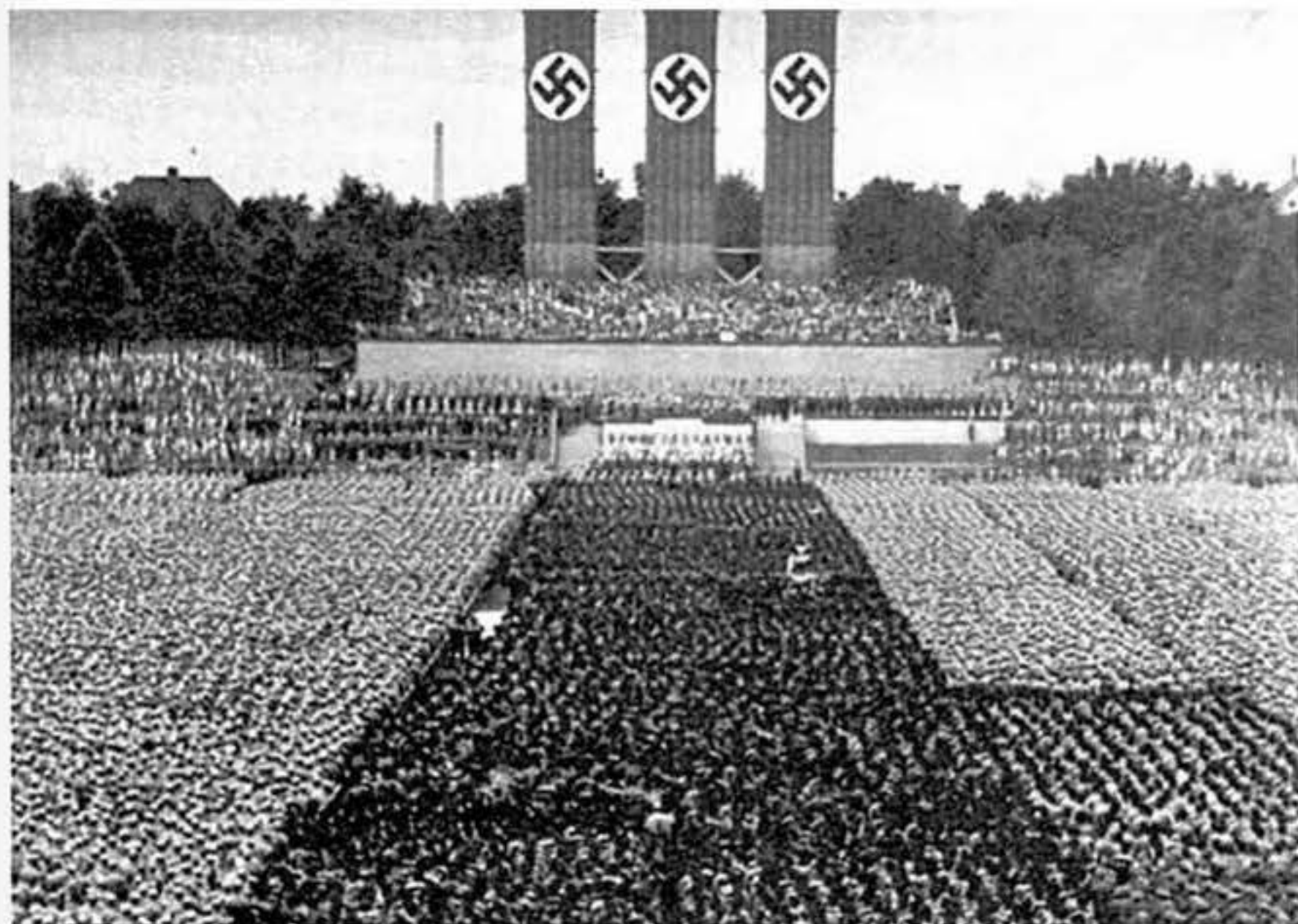
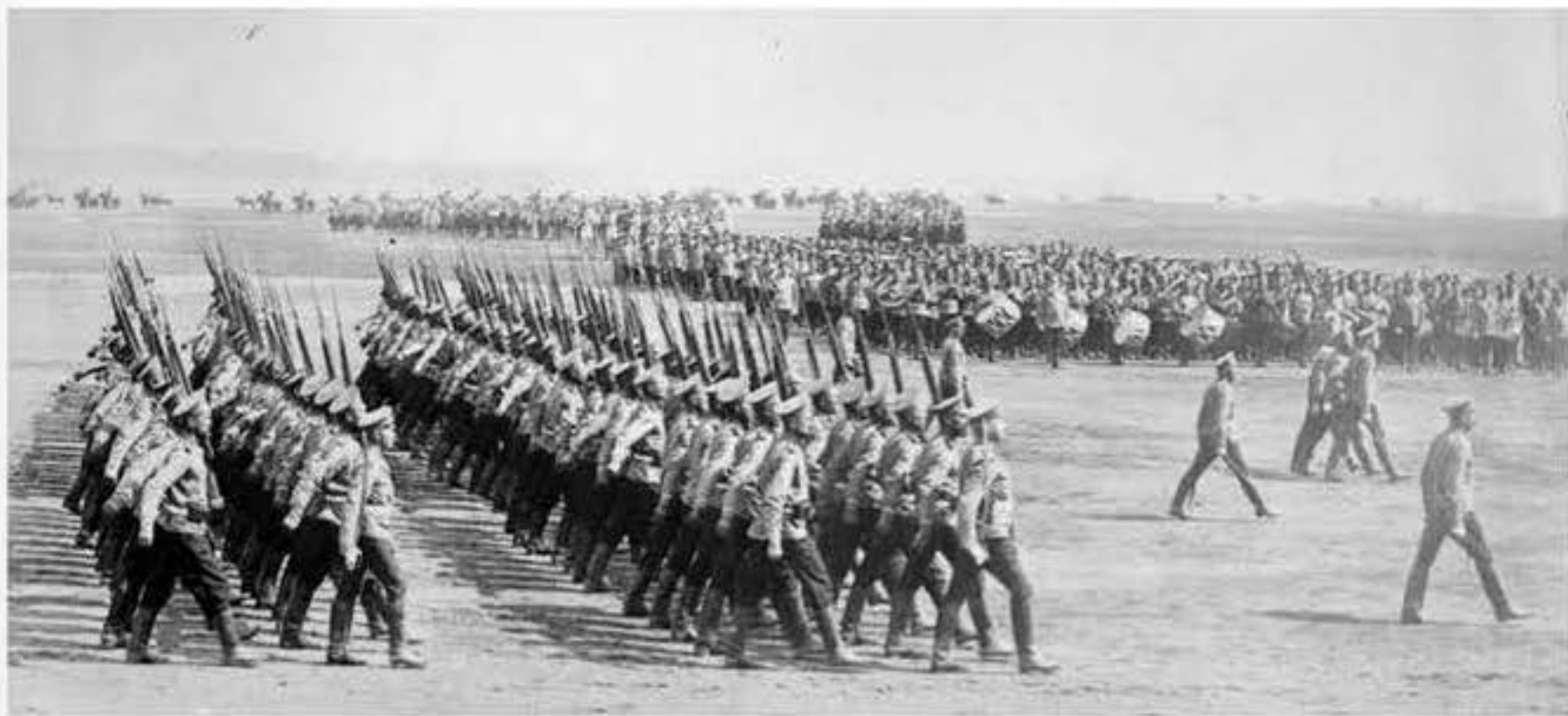
*In basso: Le sgargianti uniformi del XIX secolo, assolutamente incompatibili con la guerra del XX*

*Alla pagina a destra*

*In alto: Reparti di fanteria russa alle manovre: già da questa limitata immagine è facile dedurre gli immensi sforzi che tutte le nazioni evolute sostennero per equipaggiare in maniera uniforme le proprie truppe*  
*In basso: In questa celebre foto di una oceanica adunata nazista delle are forze armate si coglie l'enorme numero di coscritti che gli eserciti nazionali contemplavano, e gli immensi problemi derivanti dal loro equipaggiamento*











più spesso quello maschile, in ogni settore. La nuova moda completerà perciò le semplificazioni che già si erano avviate sul finire del secolo precedente, liberandosi irreversibilmente dagli anacronistici recuperi per i quali: "verso il 1895 tornano di moda le maniche gonfie in alto ed il busto attillato: la sottana si porta corta, scampanata, in modo da scoprire le scarpine, la pettinatura viene abbassata in modo da velare la fronte con una frangetta leggera... i cappelli diventano un poco più grandi, sempre adornati con frutta, fiori e uccelletti".<sup>2</sup> Cappellini degni della Primavera del Botticelli che ovviamente stridono col repentino scadere del contesto geopolitico e con le minacce sempre più cupe che incombono sul mondo. Non a caso la vera novità che inizierà a imporsi e diffondersi: "è comunque l'abito di taglio maschile o *tailleur*, che giunge dall'Inghilterra, dove era stato imposto dalla bellissima principessa Alessandra. Si diffondono ovunque concetti di praticità, che consigliano abiti dalla linea semplice, aderenti, ma senza esagerazione, al corpo confezionati con stoffe appropriate e dai colori armonizzati".<sup>3</sup> Traspaiono

in questa avanzante modernità, che la guerra esalterà ulteriormente, dei curiosi paradossi, avvisaglia della realtà sociale della seconda metà del XX secolo: gli abiti senza dubbio continuano a coprire quasi del tutto il fisico femminile, ma aderendovi sempre di più finiscono per rivelarlo come mai in passato, anticipo della successiva liberazione dei costumi e della futura eguaglianza sociale. Un discorso a parte merita la più famosa fibra tessile, da sempre legata alle vicende umane e belliche in particolare.

Gli indumenti di lana da indossare sotto le uniformi con l'avanzare dell'inverno nella guerra in montagna divennero l'unica protezione contro il gelo, spesso l'unico diaframma fra la vita e la morte, soprattutto per le vedette e le sentinelle.

In alto: *Uniforme degli Alpini della Prima guerra mondiale: il colore non molto diverso da quello della fanteria tende a confondersi con quello del terreno e del fango*

Alla pagina a destra

In alto: *La foto ritrae degli operai, verosimilmente dei manovali, intorno al 1910: gli abiti sono sicuramente i soli di cui dispongono, e come si può vedere nessuno ha le scarpe*

In basso: *Un gruppo di bambini che gioca in inverno su di una spiaggia: nessuno di loro calza delle scarpe che probabilmente neppure possiede*

<sup>2</sup> Da O. BARRE, *L'Italia nell'ottocento*, Torino 1964, pp. 144-45.

<sup>3</sup> *Ibidem*, p. 145.







In alto a sinistra: Le donne della borghesia sul finire del XIX secolo portano sistematicamente un cappello spesso con una retina dinanzi al volto ed hanno accorciato la gonna, mettendo in mostra le scarpe. In alto a destra e alla pagina a destra: Si impone ai primi del '900 per le signore un abito dal taglio vagamente maschile, più noto come *tailleur* ermi restando i cappelli di svariatissima ed ingombrante foggia. In basso a sinistra: Un raro esemplare di ciocco dismesse, la rudimentale calzatura dei contadini e dei pastori.









Ed oggi, in seguito al riscaldamento globale con lo scioglimento dei ghiacciai, molti soldati uccisi ma mai ritrovati riaffiorano con crescente frequenza intatti dal ghiaccio, giovani corpi di oltre 120 anni! Le lettere inviate dal fronte con le richieste di capi ed accessori di biancheria di lana, facendo intuire, superando così la rigida censura militare, la inadeguata protezione dal freddo delle uniformi. Le richieste furono immediatamente comprese da madri, spose e fidanzate estendendosi in breve tempo sia ai tanti comitati femminili già sorti per l'assistenza ai soldati, sia incentivandone la formazione di nuovi per quello specifico compito. A Milano, nel 1915 *L'Unione Femminile* in accordo con la *Cassa di Maternità*: "creò un laboratorio di maglieria a mano ed a macchina per offrire alle donne gestanti u lavoro meno gravoso che non fosse quello del cucito. Tanto l'uno quanto l'altro si federarono infine coi Laboratori istituiti dal Comitato di assistenza per i bisogni della guerra, aprendo in poche settimane nove laboratori ed ottenendo direttamente dall'autorità militare la materia prima da trasformare. Alle lavoranti sarebbe stato corrisposto il prezzo per intero fissato dall'autorità mi-

litare, dedotte le poche spese vive. Provvedendosi di seghe a nastro per tagliare la stoffa, di macchine da cucire e da fare occhielli e reclutando la manodopera per mezzo dell'Ufficio di collocamento, i laboratori furono in grado di fornire decine di migliaia di capi al giorno".<sup>4</sup>

L'accento al taglio degli spessi strati di stoffe sovrapposte con apposite seghe elettriche, secondo un preciso cartamodello, lascia immaginare che anche in Italia fosse stata ormai introdotta la confezione in serie delle uniformi, secondo taglie standardizzate prestabilite, tecnica già da tempo comparsa negli Stati Uniti che al riguardo: "erano

4 Da F. TARICONE, *Donne e guerra: teorie e pratiche*, in *Studi Storico Militari* 2000, Roma 2002, p. 96.

In basso: Cartolina propagandistica che mostra delle donne di varie età, intente a confezionare biancheria di lana per i soldati al fronte, e la gioia di quest'ultimi al riceverla.

Alla pagina a sinistra: Donne impiegate in una fabbrica che confeziona uniformi militari.







stati pionieri dell'adozione di procedimenti statistici per la determinazione delle taglie. Durante la Prima guerra mondiale, un migliaio di reclute americane erano state misurate con lo scopo di disporre di dati utili alla preparazione di modelli per uniformi. Soltanto alla fine degli anni Quaranta, tuttavia, era stata condotta una ricerca su un campione molto più ampio, questa volta femminile, che consentì di perfezionare i criteri di misurazione precedentemente adottati, portando alla pubblicazione, nel 1952, di uno standard commerciale. In Italia, i primi tentativi di imitazione del modello americano risalgono agli anni Cinquanta ad opera di diverse imprese... A Torino il Gruppo Finanziario Tessile (GFT) si pose alla frontiera del processo di rinnovamento dell'industria tessile e dell'abbigliamento italiana, introducendo quella che nella storia dell'azienda è ricordata come la «rivoluzione delle taglie». Il numero delle taglie passò da meno di venti a circa centoventi, e non si trattava più di taglie teoriche, standard, ma di taglie che riflettevano finalmente le caratteristiche fisionomiche della popolazione italiana. Il GFT aveva infatti impegnato venditori e negozianti nel compito di attivare una rilevazione antropometrica degli italiani, misurando un campione di popolazione (circa 25.000 persone) distribuito in tutto il territorio nazionale.<sup>5</sup> Non a caso una delle fabbriche più importanti del gruppo, fu denominata FACIS, acronimo che stava per *Fabbrica Abiti Confezionati In Serie*, la cui pubblicità vantava una gamma di ben 120 taglie!

La confezione di indumenti di lana, per la rilevante elasticità della fibra e per le rozze lavorazioni manuali di maglie di lana, calzettoni, guanti, panciere e ventriere – una intera gamma destinata a essere indossata sotto l'uniforme per sopportare il freddo invernale delle Alpi, non implicava il ri-

<sup>5</sup> La citazione è tratta da MINISTERO DEI BENI E DELLE ATTIVITÀ CULTURALI E DEL TURISMO, SISTEMA ARCHIVISTICO NAZIONALE, *Ogni uomo corre contento: la taglia nell'abbigliamento confezionato*, pubblicazione on line. Inoltre sull'argomento cfr. P. ALLERSTON, *L'abito usato*, in *Storia d'Italia. Annali 19. La moda*, a cura di C. M. BELFANTI e F. GIUSBERTI, Torino 2003, pp. 561-581. Ed ancora G. BERTA (a cura di), *Appunti sull'evoluzione del gruppo GFT: un'analisi condotta sui fondi dell'archivio storico*, Torino 1989. Ed anche E. MERLO, *Le origini della moda italiana*, in *Storia...*, cit. pp. 667-697. Infine H. CARR, *The Clothing Industry*, in *History of Technology*, vol. 6, *The Twentieth Century*, [trad. it. *L'industria dell'abbigliamento*, in *Storia della tecnologia*, vol. 6, t. II, Il ventesimo secolo. L'energia e le risorse, Torino 1995].

A sinistra: Misurazione delle reclute statunitensi nella Prima guerra per ricavare dalle loro dimensioni dei prototipi antropometrici per la realizzazione di uniformi in serie

di corsa a indossarlo, è un abito Facis



confezioni  
per uomo, signora  
e ragazzi



petto di precise taglie, tanto più che la stragrande maggioranza dei capi era realizzata oltre ai tanti laboratori ufficiali, nei tantissimi domestici, nei quali le donne confezionavano i medesimi capi di lana direttamente per i loro uomini al fronte. Anche in questo caso la lana veniva fornita di rado dall'amministrazione militare o, più spesso, recuperata sfilando altri capi reputati meno necessari. Ancora nel 1917, sul foglio dell'*Unione Femminile* si può leggere al riguardo: "il Distributorio di lana Governativa che l'anno scorso diede lavoro a centinaia di lavoratrici e fornì circa 1000 capi di maglieria confezionata si è riaperto anche quest'anno nella sede dell'Unione e le signore... esercitano le funzioni di registrazione, collaudo e controllo imposte dalla delicata impresa"<sup>6</sup>

6 Da *Unione femminile nazionale: sezione di Torino*, Relazione 1917, Torino 1918, p. 5.

Il ricorso all'iniziativa privata, soprattutto familiare, per superare a quella basilare esigenza si spiega con l'errata previsione di una guerra breve, e con l'endemica povertà nella produzione di materiale militare. Pochi capi erano infatti quelli di dotazione ufficiale per cui, come delineato, la maggior parte proveniva dal lavoro di donne volontarie che occupavano molto del loro tempo libero residuo a confezionare maglie di lane per i soldati al fronte cercando spesso con generosa abnegazione di alleviarne le peggiori e più inutili sofferenze. La lana che costituiva la materia prima di tale attività, nell'Italia del tempo di pace non scarseggiava, sebbene essendo un rilevante aliquota di qualità pregiata la si destinava a produrre stoffe ricercate e costose. Cospicuo, perciò il gettito economico che

In alto: Manifesto pubblicitario che decanta la produzione di abiti in serie in ben 120 taglie



la lana sin dal Medioevo garantiva, in particolare nel Mezzogiorno dove una provvida iniziativa aragonese la fece assurda risorsa basilare per il mantenimento dell'intero apparato esercito del Regno. La rilevanza del ruolo della lana in ambito militare perciò non poteva considerarsi una vera novità: nuovo se mai era il suo impiego non esclusivamente economico, ma per confezionare maglieria capace di proteggere dai rigori invernali. La rilevanza di ambedue i ruoli sostenuto dal vello delle pecore in ambito militare una nuova digressione al riguardo.

La civiltà appenninica, che connotò per vari millenni la parte centro-meridionale della Penisola, fu in sostanza la diffusione capillare dell'economia pastorale e dei suoi criteri. Il territorio, del resto, sembrava perfettamente calibrato alle sue specifiche esigenze. Le greggi, infatti, per una propizia moltiplicazione necessitavano di ampi pascoli: ottimi quelli degli altipiani abruzzesi e molisani ma soltanto d'estate; ottimi anche quelli delle pianure costiere pugliesi ma soltanto in inverno. Troppo rigidi i primi e troppo torridi i secondi, quasi scontata la migrazione periodica fra quei due poli climatici, soluzione preistorica definita in seguito come "transumanza", che consentiva di infrangere i drastici limiti della sostenibilità ambientale, dando così origine alla più colossale e prolungata impresa antiecológica della Storia! Il reddito che commensurato su pochi animali riusciva fino ad allora assolutamente miserabile e insufficiente con tale pendolare escursione stagionale iniziò a lievitare esponenzialmente, foraggiandosi un numero di pecore altrimenti incompatibile con i pascoli montani e litoranei. Intorno alle tranquille masse ovine si articolò e prosperò rapidamente una serie variegata di attività manifatturiere da quella casearia a quella tessile, tanto per citare le principali.

L'ingegnoso dispositivo implicava, però, un'assoluta stabilità politica e soprattutto l'inclusione nel medesimo stato degli opposti poli, essendo assurdo immaginare la transumanza in scenari di guerra incessante o di brigantaggio diffuso o, meno che mai, al di fuori di un unico Stato. Sotto il profilo storico ciò dovette verificarsi pienamente in età sannita, interrompendosi nel corso delle guerre con Roma. Assoggettato l'intero meridione fu la stessa Urbe a ripristinare la pastorizia transumante, sempre lungo gli stessi preistorici tratturi. Tra le testimonianze pervenuteci della riorganizzazione romana spicca la cittadina di *Saepinum*, alle falde orientali del massiccio del Matese, ai piedi della più antica sannita. Volu-

tamente impiantata a cavallo dell'incrocio tra il grande tratturo Pescasseroli-Candela, che sarà fatto coincidere con il suo decumano principale, e uno minore tra il Matese e l'Adriatico, prosperò in funzione della periodica migrazione.<sup>7</sup>

Dissoltosi l'Impero fu solo con l'aggregarsi del regno di Napoli intorno all'XI secolo che la transumanza potette di nuovo espletarsi. Le prime iniziative normanne in materia promulgate da Guglielmo il Malo, risalgono al 1155 e tendevano, con larghi privilegi, a incentivare i pastori dell'Appennino, ristabilendo così il collegamento tra le aree montane abruzzesi e quelle costiere pugliesi per l'estrinsecazione ottimale dell'attività. Grazie forse agli immediati riscontri positivi fu imposto ben presto un particolare sistema di contribuzione fiscale sulle greggi che divenne subito il principale introito della corona. Federico II di Svevia sviluppò ulteriormente l'attività che definì 'Mena delle Pecore in Puglia', subordinandola a una distinta magistratura, chiaro indizio della crescente importanza economica ed industriale della pastorizia transumante. Sotto la successiva dinastia angioina, però, l'intero comparto trascurato e svilito, decurtò vistosamente il suo apporto finanziario.

Nel frattempo in Spagna ferveva la campagna scatenata dai regni cristiani per ricacciare i mori musulmani insediatisi oltre cinque secoli prima nella regione, che trovò proprio nel parallelo incrementarsi della transumanza il necessario sostegno economico. Rimonta al XIII secolo la regolamentazione della procedura, ribattezzata «Mesta» con la promulgazione di dettagliate norme amministrative e con l'oculata scelta di pecore provenienti da una tribù berbera del deserto del Marocco, i Banu-Marin, da cui la razza Merinos sinonimo da allora di lana pregiata. E quando, nell'estate del 1442, Alfonso d'Aragona conquistò il regno di Napoli, consapevole degli apporti all'indomani della sua incoronazione prese attivamente a riorganizzare la transumanza. A partire dal 1443, infatti, si riscontrano i suoi primi provvedimenti al riguardo, sebbene la promulgazione dello statuto di fondazione della Dogana delle Pecore di Foggia, nome dato alla nuova realtà istituzionale, si ebbe solo quattro anni dopo. I risultati economici delle disposizioni in materia si confermarono subito significativi. Già nel biennio 1444-'45 le entrate della Dogana ascese- ro a 38.500 ducati, più del doppio delle annate precedenti, mentre le pecore divennero 425.000.<sup>8</sup>

Alla pagina a destra

In alto: Gregge di pecore durante la transumanza

In basso: Un piccolo gregge di pecore percorre l'antico decumano di *Saepinum*, già attraversato dal grande tratturo delle Puglie

7 Cfr. N. PAONE, *Tratturi, canadas, drailles, drumurle, oierilos. Molise in Europa*, Isernia 2006, pp. 117-21.

8 Cfr. J. A. MARINO, *L'economia pastorale nel Regno di Napoli*, Ercolano 1992, pp. 31-123.









Alfonso, al pari di tutti monarchi, sentì l'esigenza di un proprio esercito, preferibilmente stabile e nazionale, prefigurandolo nel medesimo 1443 di almeno 1.000 uomini d'arme, regolarmente pagati in pace o in guerra, stanziando per il suo mantenimento 100.000 ducati l'anno, a partire dall'entrata in servizio degli organici. La cifra per l'epoca appariva ingentissima, tanto da poter sostenere ancora un secolo dopo oltre 30.000 soldati. I documenti d'archivio pervenuti non ci consentono di appurare la maniera con cui fu risolto il problema, ma significativamente già dal 1448 la Dogana delle Pecore di Foggia fu in grado di elargire 93.000 ducati, da 930.000 capi in transito, che divennero l'anno

dopo 103.000 ducati, da un milione di pecore.<sup>9</sup>

Confinando, come ebbe poi a dire un sovrano borbonico, per tre lati con l'acqua salata e per uno con l'acqua santa gli sforzi della difesa del Regno si concentrarono invariabilmente soprattutto lungo i 2000 km del suo perimetro marittimo. Il che giustificava la relativamente esigua entità delle forze di terra per cui il gettito della Dogana si confermò congruo al mantenimento di un esercito stimato sufficiente allo scopo, maggiormente dopo alcune lungimiranti disposizioni di re Alfonso.

Innanzitutto garantì ai pastori la sicurezza lungo l'intero tratturo della transumanza, dai monti al mare, reprimendo energicamente ogni forma di banditismo e prevaricazione feudale. Acquisì poi mediante dettagliati contratti di affitto obbligati, tutti i terreni del Tavoliere, formando una area di circa 4.000 kmq, che frazionata in 23 lotti principali detti 'locazioni' e 20 secondari detti 'dei poveri', fu destinata al soggiorno invernale delle greggi. Al pari dei proprietari terrieri anche quelli armentizi dovettero sottostare a vincolanti accordi, impegnandosi alla migrazione stagio-

<sup>9</sup> Cfr. N. MASTRONARDI, *I giganti verdi*, Isernia 2004.

In alto: *Tosatura di una pecora di razza merinos*

In basso: *La monumentale Porta Boiano di Saepinum*

Alla pagina a destra: *Veduta aerea del grande tratturo delle Puglie, largo in media circa 200 m*









nale e a svernare sul Tavoliere. In pratica ogni pastore pagando la gabella per ciascuna pecora del gregge acquisiva il diritto all'assegnazione di un appezzamento da parte dei funzionari reali della Dogana in base al numero degli animali che conduceva. Si trattava in definitiva di una sorta di doppio contratto di affitto, uno negativo per l'acquisizione dei terreni dai relativi proprietari e uno positivo per la concessione degli stessi ai proprietari armentizi, e non di una odiosa gabella vessatoria. Logicamente tra l'ammontare complessivo dei due canoni esisteva una rilevante differenza che costituiva l'aliquota primaria del gettito della Dogana, al di là di quella meramente fiscale. In linea di massima il costo della tassa non era di per sé esoso, riuscendo anzi addirittura inferiore a quello esatto in precedenza senza la corresponsione di alcun servizio.

Da allora, allo scadere dell'estate, per oltre quattro secoli, milioni di pecore lasciavano i pascoli appenninici e scendevano in Puglia, per ripercorrere a primavera inoltrata l'itinerario inverso, dopo aver assolto ai precisi obblighi fiscali con la Dogana. Affinché nessuno fosse insolvente



era fatto obbligo di tosare le pecore prima della partenza e di portare la lana nei magazzini della Dogana a Foggia, dove valutata per peso e qualità, trattenuto il debito, una apposita carta apriva i posti di blocco, autorizzando il ritorno ai paesi di residenza.

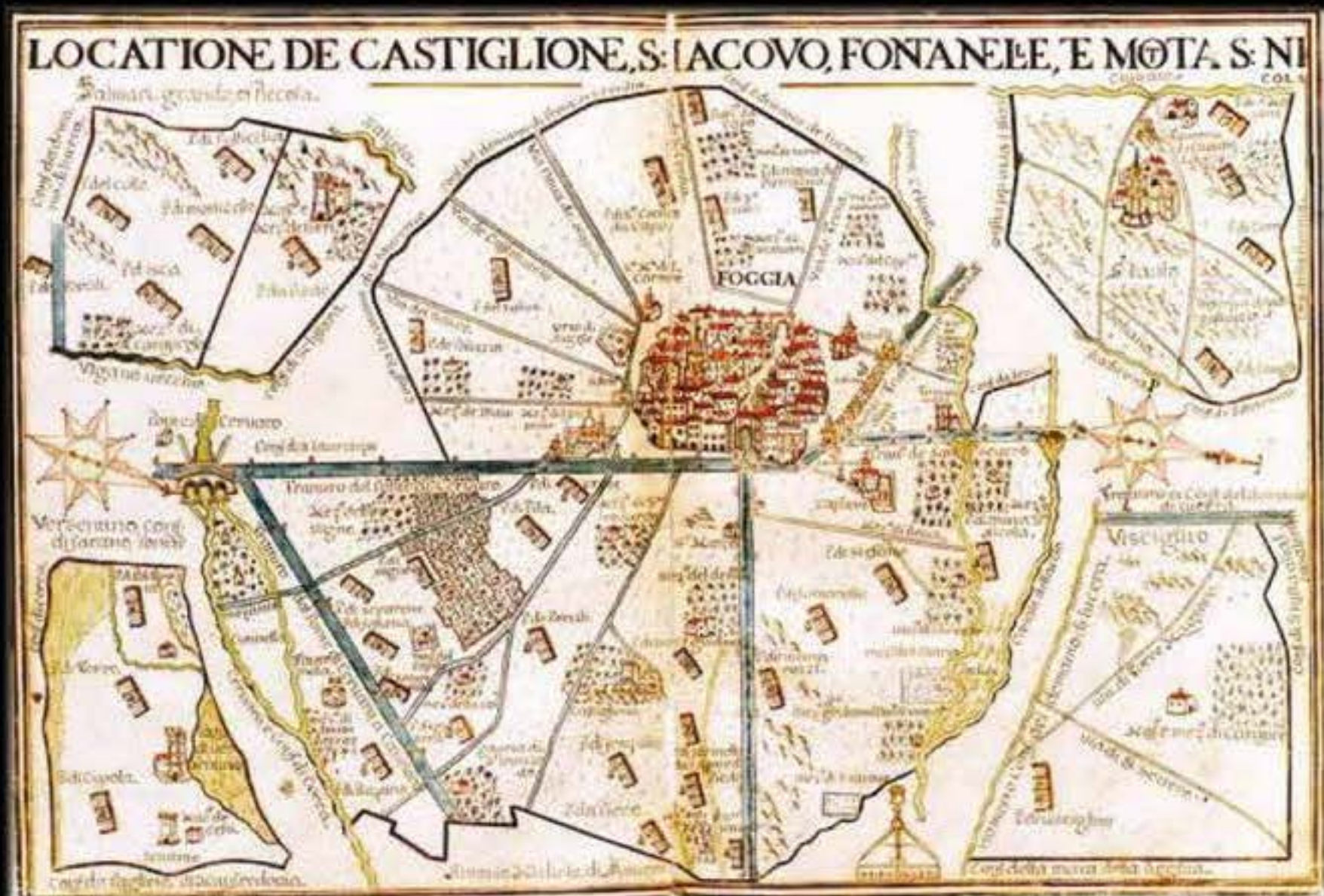
La crescente complessità dell'istituzione e il suo progressivo articolarsi determinarono la divisione dei ruoli. Sorse così una apposita commissione, che divenne un'appendice della Dogana stessa, destinata alla gestione delle molteplici incombenze non spiccatamente fiscali. Ricaddero pertanto sotto la sua autorità sia l'amministrazione della giustizia civile e criminale, in quella sorta di universo pastorale -lontanissimo dalla visione arcadica- sia l'ammasso e la commercializzazione della lana che divenne di fatto un monopolio regio. La dimostrazione dell'ottima gestione della Dogana si riscontra nel vistoso decollo della pastorizia

In alto a sinistra: Miniatura raffigurante Federico II di Svevia

In alto a destra: Tela raffigurante re Alfonso d'Aragona

Alla pagina a destra: Mappa di una locazione







transumante. Alla fine del XV secolo attraversarono Foggia ben 2 milioni di pecore per non parlare delle mandrie di bovini, dei cavalli e dei cani pastori! La cifra sembrava lontano dalla massima nonostante un facile calcolo facesse ascendere il limite ecologico del Tavoliere a una capacità teorica massima di 2.5 milioni di capi. L'incremento costante e la percezione degli ingentissimi e sicuri proventi fiscali valicarono rapidamente i confini del Regno, suscitando pericolose tentazioni. A seguito della calata di Carlo VIII nel 1494 uno strascico di combattimenti si protrasse ancora nel 1497 presso Foggia, dove i Francesi si erano appositamente diretti cercando di accaparrarsi il gettito dell'annata della Dogana. La "tosa" delle pecore iniziava a manifestare, così, una sua valenza strategica e il dato fu da quel momento tenuto nel debito conto. Il ripristino della legalità, o almeno la fine della belligeranza, conseguente alla creazione del Vicereame di Napoli, portò ad una ennesima riorganizzazione della Dogana delle Pecore. In virtù delle normative introdotte i capi di bestiame in transito raggiunsero la cifra convenzionale di oltre 4 milioni con proventi di quasi 500.000 ducati all'anno. In pratica si attestarono sui 2,5 milioni di unità, costituendo la più sicura e regolare risorsa economica del Regno, spesso utilizzata per rimediare a disastri militari spagnoli, in terra e in mare. Così nel 1537 quando durante l'attacco turco a Corfù, vantando le truppe imperiali un soldo arretrato pari a 30.000 scudi, fu con l'impiego di una parte di quel gettito che superò la crisi. Così nel 1589-'90, dopo la disfatta l'Invincibile Armada, fu possibile con oltre 76.000 ducati della Dogana finanziare la costruzione di 28 galere. Così ancora nel 1602, nel 1621, nel 1673, e ancora nel 1701 quando 120.000 ducati servirono per il soldo delle truppe spagnole di stanza a Milano.

## Il trench

L'estrema rigidità del clima invernale delle Alpi, oltre all'anzidetta ampia adozione di indumenti di lana obbligò pure alla costruzione di baracche per proteggere i combattenti dai suoi massimi rigori. Sebbene condizioni tanto dure non ebbero analogie su tutti gli altri fronti della Grande Guerra, non per questo quelle a cui furono sottoposti i soldati durante la cattiva stagione possono considerarsi tollerabili. Nelle trincee gli uomini vivevano nel fango e dormivano non di rado per settimane con le uniformi inzuppate d'acqua, privi di qualsiasi riparo di quello fornito da un misero telo di tenda. Anche il poter scaldare il rancio, sempre d'infima qualità e consistenza, divenne un miraggio, tant'è che vi fu una sorta di crociata nella quale si distinse

la già menzionata *Unione Femminile* per dotare i disgraziati costretti nelle trincee di un semplice 'scaldarancio', un modesto fornellino da campo, una sorta di treppiedi sul quale si poteva porre la gamella, bruciando al di sotto un rotolo di carta imbevuta di paraffina.<sup>10</sup> Non stupisce, perciò, che prendendo forse a modello quanto già adottato dai Romani due millenni prima, si studiassero e poi realizzassero dei soprabiti in grado di fornire una maggiore protezione dall'acqua e dal freddo: cappotti impermeabili da trincea, più noti con la loro designazione inglese di *trench-coat* e, soprattutto, con l'abbreviativo *trench*, presto talmente lontano dalla destinazione originaria da imporsi come capo di abbigliamento raffinato ed elegante per uomo e donna!

L'espandersi dell'Impero romano verso il nord Europa, e il suo attestarsi lungo il corso del Reno e del Danubio in confortevoli basi permanenti, rese necessaria l'adozione di un idoneo abbigliamento invernale che ponesse i legionari in condizione di resistere al freddo intenso ed alle gelide piogge. Trattandosi di indumenti militari non si badò gran che alla loro estetica, bastando che fossero adatti allo scopo, ovvero caldi e impermeabili, e soprattutto di rapida ed economica confezione.<sup>11</sup> Si adottarono, perciò, con lievi varianti i due tipi di mantelli usati dalle classi più povere, debitamente perfezionati, il *sagum* e la *paenula*. Identico per entrambi il tessuto, per lo più lana cotta impregnata di olio o di lanolina, estratta dal grasso vello delle pecore, trattamento che lo rendeva idrorepellente e quindi impenetrabile all'acqua, ma diversa la foggia. Il *sagum*,<sup>12</sup> infatti, era una pezza rettangolare, simile quindi a una nostra coperta, per cui spesso veniva usato come giaciglio dai legionari durante le operazioni campali. In lunghezza non eccedeva il ginocchio, e si indossava sostenendolo tramite una fibbia o un nodo su di una spalla. Il colore, quando non quello naturale della lana, tendeva al marrone-rossiccio tant'è che per parodiare il rosso manto dei re, un mantello del genere fu fatto indossare a Cristo dopo la flagellazione.

10 Cfr. Da F. TARICONE, *Donne...*, cit., pp.96-97.

11 Per approfondimenti sull'argomento Y. LE BOHEC, *L'esercito romano. Le armi imperiali da Augusto alla fine del III secolo*, Roma 1993, ed anche dello stesso autore *Armi e guerrieri di Roma antica. Da Diocleziano alla caduta dell'impero*, Roma 2008. Più in generale cfr. F. RUSSO, *Sotto il segno dell'aquila. Storia dell'Esercito Romano dalla repubblica all'impero*, Roma 2009.

12 Sulle caratteristiche del *sagum* cfr. W. SMITH, *DCL. LL. D.: Un dizionario di antichità greche e romane*, London, 1875, alla voce...

Alla pagina a destra: Baracche per ricovero degli alpini sul Pasubio durante la Prima guerra mondiale



Leggermente più elaborata la *pa-enula*, il cui sviluppo poteva essere semi-circolare, circolare oppure ovale: nel primo e nel secondo caso avrebbe avuto un raggio di circa un metro per cui si ricavava da un paio di pezze cucite fra loro. Quello ovale, invece, che si deve immaginare di circa 1.20 di larghezza per 3 m di lunghezza richiedeva almeno tre pezze, una quadrata fra due semicircolari, sempre cucite fra loro. In mezzo alla centrale un foro rotondo, di circa 20 cm di diametro, per farvi fuoriuscire la testa, operazione agevolata da un taglio di varia lunghezza che si chiudeva mediante stringhe. Sul bordo del foro stava cucito un cappuccio, confezionato con la medesima stoffa, per cui l'in-











sieme una volta indossato ricordava la tonaca di un monaco ma con l'estremità inferiore irregolare, corto ai fianchi, fino alle ginocchia, e lungo davanti e dietro fin quasi ai piedi. Garantiva così una discreta protezione dal freddo all'intero corpo, e grazie al suo cappuccio anche una efficace protezione del capo dalla pioggia. Per quanto ne sappiamo fu il primo abito militare che impediva al soldato di bagnarsi completamente nelle marce o nei turni di guardia durante i temporali.

Nei secoli successivi la realizzazione di un mantello, di una tunica, di un soprabito militare o da pellegrino capace di proteggere dalla pioggia, si ottenne quasi sempre con l'antico espediente di impregnare i normali tessuti con grassi animali o con cera. Soltanto dopo il XVII secolo lo stesso risultato si perseguì spalmando la stoffa con un miscuglio a base di caucciù che la rendeva del tutto impermeabile. Da

varie fonti si apprende che il principe di Sansevero Raimondo di Sangro, celebre figura di alchimista-inventore napoletano, non mancò di proporre un suo mantello idrorepellente che, fattolo confezionare intorno al 1750, donò al re Carlo III di Borbone perché lo proteggesse dalla pioggia, durante le sue frequenti battute di caccia.<sup>13</sup> Come altre invenzioni ascritte all'eccentrico personaggio anche dell'antesignano impermeabile se ne ignora l'esatta composizione, ma non si è lontano dal vero immaginandolo sostanzialmente simile alle mantelle cerate usate dai pescatori dei mari del Nord. In ogni caso quell'archetipo non ebbe ulteriore seguito, perdendosi presto le tracce, per cui occorsero oltre una settantina di anni per il riproporsi di un simile capo d'abbigliamento.

Nel 1823 Charles Mackintosh, 1766-1843, un chimico inglese, inventò un singolare tessuto saldando insieme due

Alle pagine precedenti

A sinistra: Soldati che dormono in una trincea protetti solo da una coperta spesso inzuppata d'acqua

A destra: Trincea praticata su di una vertiginosa cengia: ben evidenti le terribili condizioni meteo a cui i soldati erano esposti senza adeguata protezione

13 In merito S. ATTANASIO, *In Casa del principe di Sansevero. Architettura, Invenzioni, Inventari*, Napoli 2011.

In basso: L'uscita dalla trincea per l'avanzata: in primo piano a terra restano alcuni teli usati per difendersi dalla pioggia e dal gelo





pezze di lana tramite una spalmatura di caucciù: nacque così un panno multistrato, scarsamente flessibile ma totalmente impermeabile. Il particolare adesivo, infatti, ottenuto sciogliendo il caucciù nella nafta, aderiva fissandosi perfettamente alla trama degli opposti tessuti e, una volta asciugato, dalla loro intima coesione scaturiva un panno lana abbastanza spesso e poco cedevole che però la pioggia non riusciva in alcun modo a trapassare. Dopo averlo brevettato con la designazione ufficiale di 'tessuto impermeabile di lana', l'anno seguente impiantò a Glasgow la prima fabbrica destinata a produrre soprabiti resistenti all'acqua confezionati con lana così trattata: l'iniziativa incontrò ampio favore da parte dei consumatori e il suo cognome, che per noi è sinonimo di una tipologia di computer, divenne per antonomasia quello dell'impermeabile, ribattezzato all'epoca "mackintosh".

In alto a destra: Rievocatori in costume da legionari romani di epoca imperiale, con sulle spalle il classico sagum

In basso a destra: Rievocatore che indossa una paenula il soprabito invernale dei militari e dei pellegrini

In basso a sinistra: Tela del 1787 di Francisco Goya, raffigurante Carlos III di Borbone in tenuta da cacciatore, Museo del Prado, Madrid







Il processo elaborato dal Mackintosh nel 1837 fu ulteriormente perfezionato da Charles Goodyear, 1800-'60,<sup>14</sup> un inventore statunitense celebre per aver messo a punto un efficace metodo per la vulcanizzazione della gomma. Si basava sull'aggiunta di piccole porzioni di zolfo al lattice colato dall'omonimo albero, che tramite il successivo riscaldamento si trasformava in un composto di gran lunga più resistente e, soprattutto, più elastico, ideale perciò per aderire a un soffice tessuto di lana in modo da impermeabilizzarlo senza però privarlo della sua abituale morbidezza. Di quell'inedito tessuto fece tesoro Thomas Burberry, 1835-1926, che,<sup>15</sup> dopo aver aperto nel 1856 un negozio nell'Hampshire, mettendo a frutto le sue conoscenze tecniche maturate come apprendista di un noto sarto e l'in-

nato buon gusto iniziò a produrre dei soprabiti impermeabili. Per la validità del prodotto l'iniziativa ebbe successo, consentendogli di trasferirsi a Londra dove, tra i suoi tessuti, debuttò intorno al 1880 un gabardine realizzato con fibre miste, ottimo per abiti pesanti fra i quali un particolare cappotto resistente all'acqua. La vera novità introdotta dal Burberry, non fu un ennesimo prodotto tessile idrorepellente, dal momento che per le sue confezioni si avvale di quello ideato dal Goodyear, ma l'aver ricercato anche per quel tipo di abbigliamento a fianco della praticità una indubbia eleganza. Nacquero così degli impermeabili per uomo e donna, che in breve volgere si imposero in tutto il mondo. In virtù di quella meritata rinomanza nel

14 Sulla biografia di Charles Goodyear, cfr. T. HANCOCK, *Obsession Noble: Charles Goodyear, Thomas Hancock, e la corsa per sbloccare il più grande segreto industriale del 19° secolo*, New York 2003.

15 Per approfondimenti ulteriori cfr. T. DI CORCIA *Burberry: storia di un'icona inglese dalla Regina Vittoria a Kate Moss*, Torino 2013.

In alto a sinistra: *Stampa raffigurante il principe di Sansevero Raimondo di Sangro*

In alto a destra: *Stampa raffigurante il ritratto di Charles Mackintosh*  
Alla pagina a destra

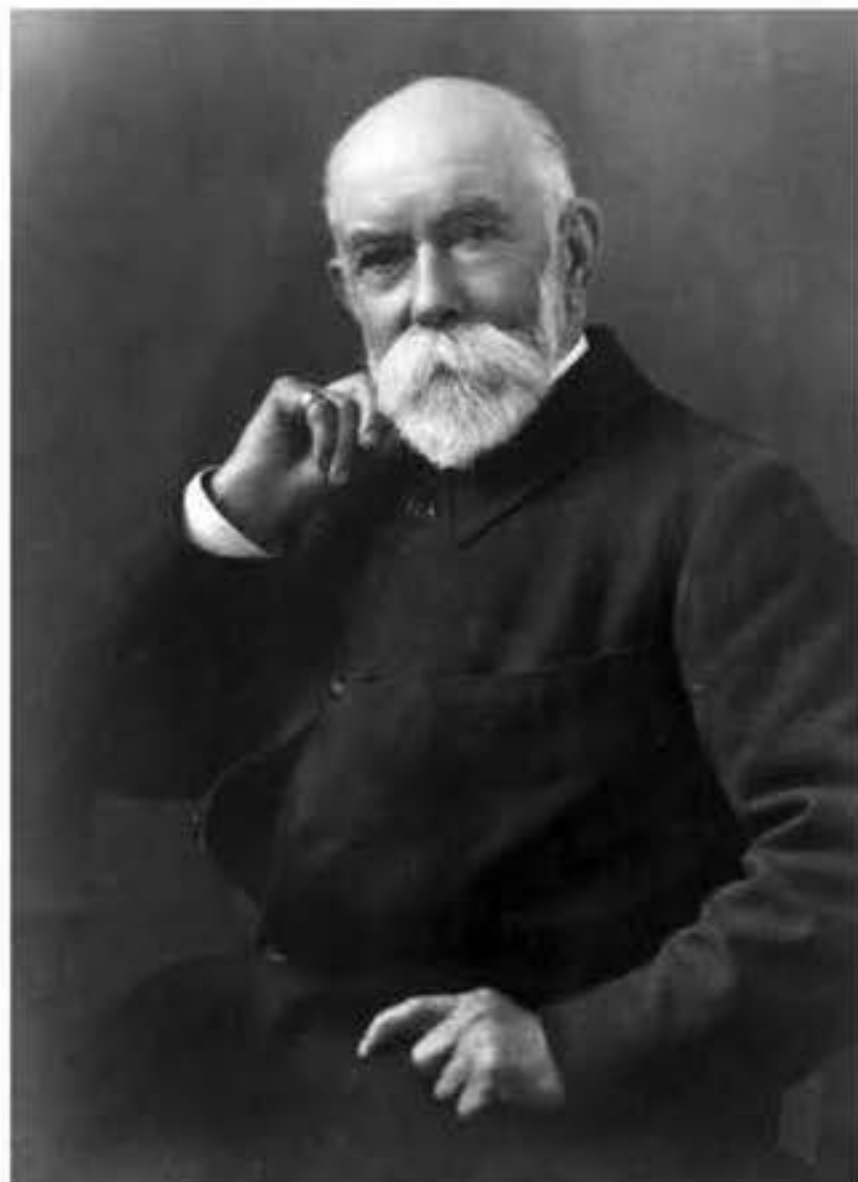
In alto a sinistra: *Stampa raffigurante il ritratto di Charles Goodyear*

In alto a destra: *Fotoritratto di Thomas Burberry*



1895 Burberry ricevette l'incarico di produrre le uniformi per le forze armate britanniche, che saranno indossate nella seconda guerra boera, 1899-1902, integrandole con un apprezzato cappotto impermeabile che derivò da un suo precedente modello civile usando un più pregiato tessuto. Applicando la gomma vulcanizzata, infatti, su di un gabardine a spina di pesce, tessitura che ne accentuava la flessibilità, riuscì a ricavare una stoffa leggera e levigata, sulla quale la pioggia scorreva agevolmente senza poterla trapassare, ideale perciò per la linea dei suoi ormai famosi impermeabili. Nel 1901 il Ministero della Guerra britannico deliberò di ricavare proprio da quel tipo di stoffa un indumento rispondente all'esigenze dei soldati impegnati nei combattimenti, ma sarà durante la Grande Guerra dopo lo stabilizzarsi dei fronti e alla conseguente massacrante guerra di trincea che quel singolare indumento avrà il suo vero debutto.

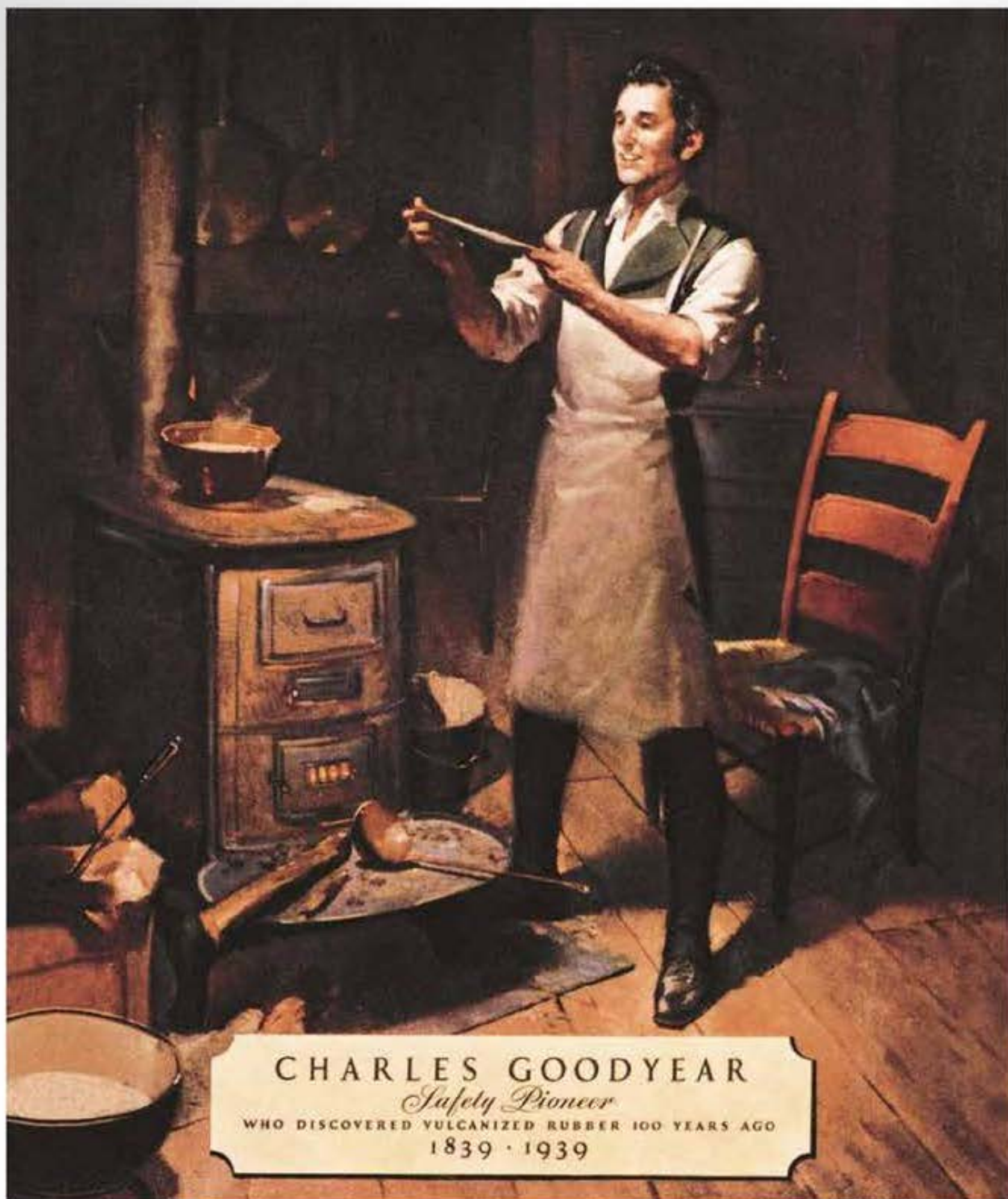
La guerra di trincea non aveva dei precisi equivalenti nell'antichità, fatte salve delle brevi adozioni nelle opere di investimento ossidionali, condotte secondo gli avanza-



menti a zig-zag delle 'parallele' di Vauban.<sup>16</sup> Ma la permanenza in quei fangosi budelli, spinti alacremente avanti dal lavoro degli zappatori, da cui anche il nome di 'zappe', era di pochi giorni al massimo, e per giunta quasi sempre nella buona stagione! Non così, invece, nel corso della Grande Guerra, complice l'ampio ricorso alle mitragliatrici ed al filo spinato: per mesi, e non di rado per interi anni, centinaia di migliaia di uomini marciarono in quei luridi solchi, senza altra protezione che l'uniforme sempre più logora, logicamente inutile contro i proiettili ma più ancora, purtroppo per loro, contro la gelida pioggia. E fu allora che ci si ricordò dell'impermeabile militare, subito ribattezzato *trench-coat*, ovvero *abito da trincea* destinandolo dapprima

16 Circa i metodi escogitati dal maresciallo Sebastien Le Prestre, marchese di Vauban per l'investimento di una piazzaforte cfr. I. HOGG, *Storia delle fortificazioni*, Novara 1982, pp. 122-31. Per una più ampia visione dell'evolversi della fortificazione e delle tecniche di assedio cfr. F. RUSSO, *Ingegno e paura. Trenta secoli di fortificazioni in Italia*, Roma 2005, vol. I-II-III.





CHARLES GOODYEAR  
*Safety Pioneer*  
WHO DISCOVERED VULCANIZED RUBBER 100 YEARS AGO  
1839 • 1939



ai reparti di fanteria e poi anni dopo anche a quelli della nascente aviazione inglese. Ad avvalersene furono inizialmente i soli ufficiali dell'esercito di sua maestà a partire dal 1914, ma in breve il confortevole indumento si impose, come prevedibile, tra i militari e dilagò, come imprevedibile, tra i civili, uomini e donne, che presero a indossarlo persino quando non vi era la minima avvisaglia di pioggia!

Trionfò così, agli inizi del secondo decennio del XX secolo, la moda del *trench-coat*, in breve *trench* per antonomasia:<sup>17</sup> tra le caratteristiche che lo renderanno inconfondibile le spalline, l'allacciatura a doppiopetto, il sottogola, la cintura e la falda triangolare sovrapposta all'allacciatura per una miglior chiusura. Quanto alla stoffa la più utiliz-

zata fu il *gabardine*, tradizionalmente color *kaki*, sebbene se ne siano confezionati in molte altre tinte e non più legati all'uso militare. Alcuni decenni dopo ben pochi fra i tanti che usavano il *trench* sapevano che quelle sue strane forme così accattivanti erano state suggerite da altrettante specifiche esigenze militari! Il modello originale, che debuttò a Verdun e nelle trincee delle Fiandre, lo stesso che poi sarà adottato pure dal *Royal Flying Corps*, (corpo aereo che precederà la *Royal Air Force*), portava un profondo sprone posteriore sulle spalle, le spalline necessarie per i

In basso: Una trincea britannica durante la Prima guerra mondiale: da notare i soldati che si riposano sotto dei rozzi teli, sdraiati per terra o appoggiati alle pareti

Alla pagina a sinistra: Tela che tramanda l'invenzione della vulcanizzazione della gomma di Charles Goodyear







gradi, le chiusure con cinghie ai polsini, per impedire l'entrata dell'acqua al sollevarsi del braccio quando imbracciava il fucile, nonché tasche di sicurezza e una cintura di pelle intorno alla vita. Questa che si serrava con una robusta fibbia, portava diversi anelli di ottone a forma di D per appendervi le bombe a mano, il binocolo o quant'altro necessario all'espletamento del servizio. La sua chiusura a doppio petto con ampi baveri serviva per fornire con la loro sovrapposizione una maggiore protezione del torace dal vento freddo. Ostentava una lunghezza decisamente superiore a quella che avrà in seguito la variante civile in genere limitata al ginocchio, arrivando fin quasi alla caviglia coprendo così il bordo degli stivali proteggendo perciò dalle intemperie anche le gambe. Un ulteriore accorgimento riguardava la fodera facilmente estraibile che venne usata dai soldati come una sorta di vestaglia, per mantenere meglio il calore corporeo durante il riposo nella tenda.

In pochi anni il trench si diffuse in tutta Europa e poi nel mondo, senza preclusioni ideologiche, culturali o di genere, riscuotendo una incondizionata adozione femminile: stando, ad esempio, a uno scritto di Eva Braun, commessa in uno studio di fotografo, persino Hitler quando la conobbe lo portava! Ma la massima notorietà e celebrità deriverà al trench dal cinema, allorché attori celebri in pellicole mitiche lo indossarono con personale spontaneità: indimenticabile Humphrey Bogart in *Casablanca*, o le leggendarie Greta Garbo e Marlene Dietrich e persino Audrey Hepburn nella scena finale di *Colazione da Tiffany*. Altrettanto noti gli investigatori dei telefilm che ne fecero una sorta di uniforme d'ordinanza come il duro tenente Sheridan, o il suo sciatto collega Colombo, sempre con il loro trench-coat col bavero sollevato e la cintura casualmente annodata.

### Cerniera lampo

L'idea che un abito si potesse chiudere mediante un unico sistema di congiunzione e bloccaggio può farsi risalire al Medioevo: giubbe e giubbotti, come del resto brache e camice avevano delle stringhe che infilate in occhielli sovrapposti, tirate con un po' di forza portavano i due lembi dell'indumento a combaciare fra loro. Il sistema sopravvive ancora per l'allacciatura delle scarpe e di particolari abiti, per lo più femminili. Con l'avvento dei bottoni la chiusura divenne una sequenza di operazioni, da compiersi secondo un preciso ordine che, tra gli altri svantaggi, aveva quello



della grande lentezza e dei troppo ampi intervalli fra i singoli bottoni. Si tentò più volte un sistema che unisse alla sicurezza del bottone la rapidità della stringa, un sistema che agisse su ambedue i lembi fissandoli con una discreta forza, senza lasciare fra loro soluzioni di continuità.

L'archetipo di una chiusura del genere, impropriamente definita in seguito cerniera, ovvero di una chiusura rapida continua, debuttò intorno al 1851 a opera di tal Elias Howe, 1189-1867, uno dei tipici inventori statunitensi, più famoso nella storia della tecnologia per aver inventato la macchina per cucire. Alla base della sua chiusura il criterio di unire i lembi di un indumento in maniera ininterrotta, vantaggio apprezzabile soprattutto d'inverno, impedendosi in tal modo quasi del tutto qualsiasi scambio termico con l'ambiente. Esito ideale anche per contrastare la pioggia, rendendo pressoché stagno il soprabito, che nel frattempo si stava sviluppando con tessuti gommati impermeabili. Pur essendo valida l'idea, la sua realizzazione invece lasciò alquanto a desiderare risultando la tenuta dei ganci molto precaria e pertanto facile

Alla pagina a sinistra: Audrey Hepburn e George Peppard in *Colazione da Tiffany*

In alto: Stampa raffigurante il ritratto di Elias Howe 1819-1867





ad aprirsi. Seguirono perciò numerosi perfezionamenti che si protrassero per decenni, anche dopo la sua morte.

Nel 1893 si interessò della questione l'ingegnere Whitcomb Judson, 1836-1909, anch'egli inventore al quale poi sarà attribuita la cerniera, divenuta più tardi universalmente nota con l'onomatopea di 'zip', che brevettò in quello stesso anno, come certifica il relativo brevetto n° 504.037 del 25 agosto 1893. Tale sua chiusura era formata da un serie di uncini disposti l'uno sopra l'altro che andavano ad inserirsi in altrettanti opposti occhielli, tramite un movimento che poteva essere comple-

In alto a sinistra: Fotoritratto di Whitcomb Judson

In alto a destra: Giubba di cuoio tardo medievale con allacciatura continua a stringa



tamente automatico o anche manuale, dualismo che sembra suggerire l'ancora non raggiunta affidabilità dell'invenzione, che infatti non si impose sul mercato perché tendeva ad aprirsi facilmente. Vaste modifiche furono apportate alla zip circa dieci anni dopo, in particolare ottenendone la costruzione a macchine con un rilevante incremento funzionale per la maggiore precisione delle due parti ad incastro.<sup>18</sup>

Ma anche così il successo non arrivò all'invenzione. Con la zip si cimentò allora un altro ingegnere americano Gideon Sundbäck, 1880-1954 che, rimasto vedovo nel 1911, si dedicò senza alcuna distrazione ai disegni ai quali peraltro già lavorava da anni per migliorare definitivamente la tenuta della chiusura rapida. La soluzione la escogitò nel 1913 e consistette nell'eliminazione dei ganci e nell'incrementare il numero dei denti da 4 ogni due centimetri a 10. L'anno successivo la migliorò ancora, foggando l'estremità di ogni dentino con una piccola concavità se 'femmina' e una al-

18 Sulla storia della chiusura lampo, cfr. R. FRIEDEL, *Zipper: An Exploration in Novelty*, New York 1996.

(No Model.)

W. L. JUDSON.  
CLASP LOCKER OR UNLOCKER FOR SHOES.

No. 504,038.

Patented Aug. 29, 1893.

Fig. 1.

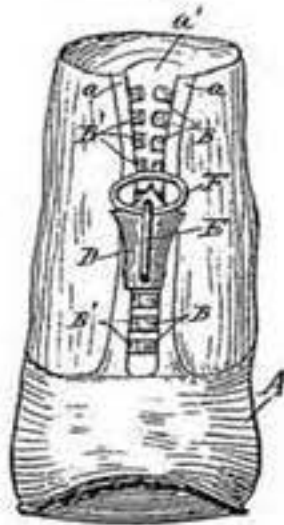


Fig. 2.

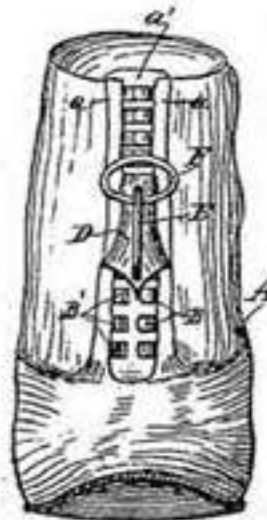


Fig. 6.

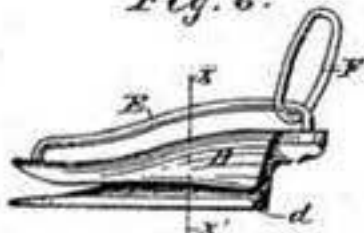


Fig. 7.



Fig. 8.

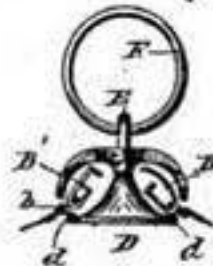


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 5.

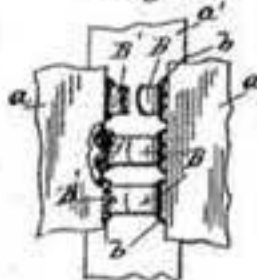


Fig. 3.



Fig. 4.



Witnesses.

A. V. Opsahl.  
E. F. Elmore.

Inventor.

W. L. Judson  
By his Attorney.  
Jas. F. Williams



(No Model.)

W. L. JUDSON.  
SHOE FASTENING.

No. 504,037.

Patented Aug. 29, 1893.

Fig. 1.

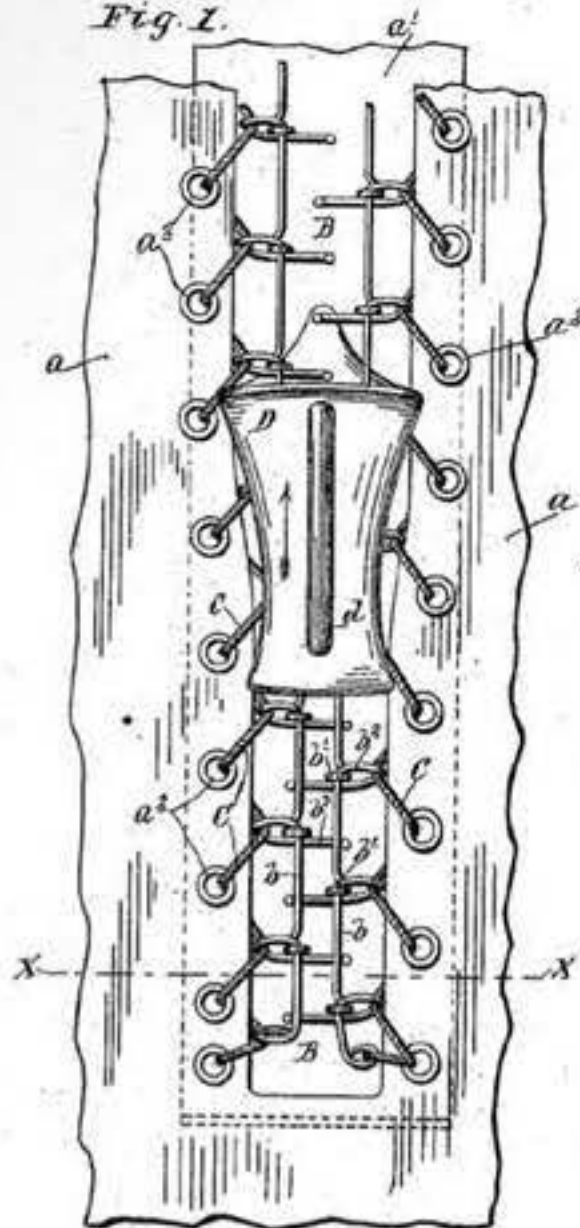


Fig. 3.

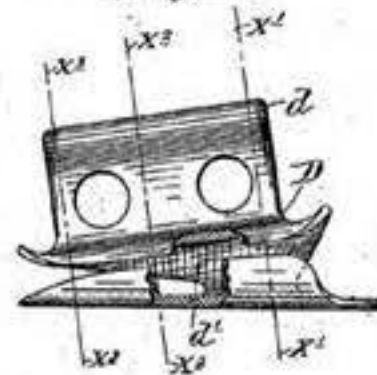


Fig. 4.

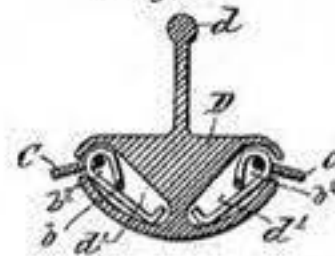


Fig. 5.

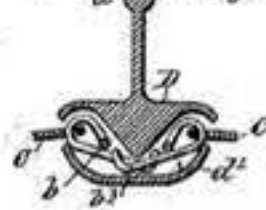


Fig. 6.

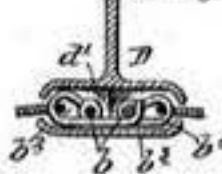


Fig. 2.



Fig. 7.

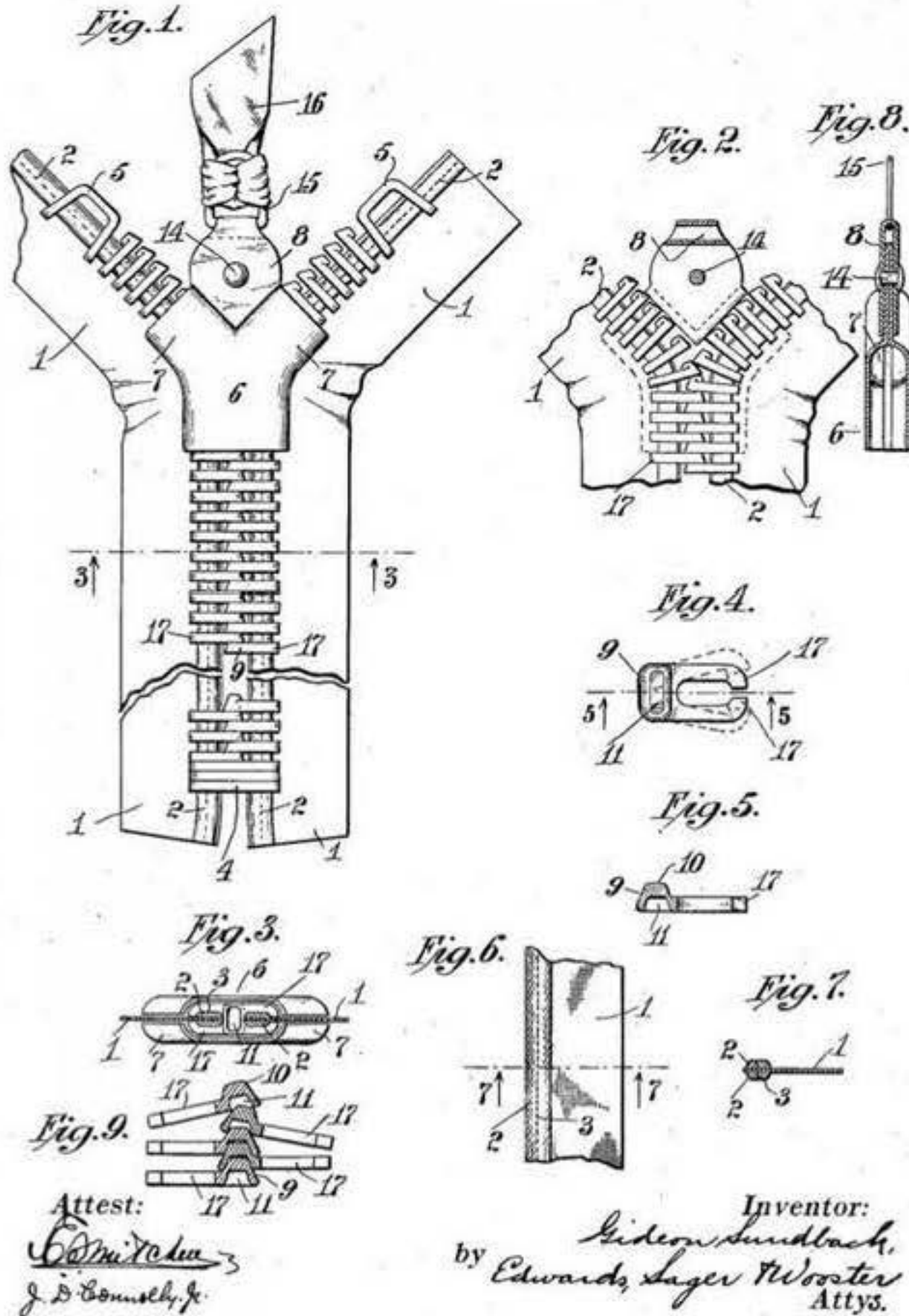


Witnesses  
A. H. Opsahl.  
E. F. Elmore.

Inventor  
Whitecomb Judson  
By his Attorney.  
Jas. F. Williamson

1,219,881.

Patented Mar. 20, 1917.





trettanto piccola cuspidi conica se 'maschio'. Fissò poi meccanicamente sia gli uni che gli altri su due nastri di stoffa uguali, che ne consentivano la perfetta cucitura all'abito. Fatti combaciare e incastrare fra loro da un apposito cursore, assicuravano un'ottima tenuta. Il brevetto fu rilasciato il 27 marzo del 1917 con la definizione di 'chiusura separabile' e in quello stesso anno un sarto di New York utilizzò quella nuova e finalmente efficace chiusura rapida per una cintura con tasche in dotazione ai marinai statunitensi, acquistandone 24.000 esemplari. Ma il vero sviluppo si ebbe con la II guerra mondiale e sempre in ambito militare.

### *Il reggiseno*

Il 12 febbraio del 1914, Mary Phelps Jacob, ventenne ereditiera americana pronipote del celebre Robert Fulton, richiese all'Ufficio Brevetti di New York il riconoscimento di una sua curiosa invenzione, ricevendone il 3 novembre successivo il relativo attestato dal numero 1,115,674. In quello stesso giorno la flotta d'alto mare della marina imperiale tedesca, nell'ambito delle operazioni navali della prima guerra mondiale avviata tre mesi prima, bombardò la cittadina inglese di Great Yarmouth nel Norfolk. Da un punto di vista strettamente tecnico il brevetto di Mary Jacob non poteva considerarsi una grande invenzione, trattandosi in sostanza di un paio di piccoli triangoli di stoffa uniti fra loro e sorretti da adeguate bretelle in modo di fornire un adeguato sostegno al seno femminile. Dal punto di vista pratico, invece, fu talmente importante da mutare il costume delle donne non solo estetico ma anche, e soprattutto, funzionale innescando una vistosa migrazione fisica e psichica, affrancandole inoltre dalla tortura dei corsetti soffocanti e delle dolorose stecche di balena senza contare le gravi deformazioni che provocavano al corpo la loro adozione, ampiamente ma vanamente evidenziata da innumerevoli studi medici. Presaga del successo che sarebbe arriso alla sua idea, scriveva Mary Phelps: "non ritengo che il reggiseno cambierà il mondo come il battello a vapore del mio antenato, ma quasi".<sup>19</sup> La profezia, mai come in questo caso, si rivelò non solo esatta ma molto inferiore alla realtà, dal momento che, mentre il battello a ruota sparì dai mari dopo pochi decenni, il reggiseno a un secolo di distanza vanta una produzione annua di vari miliardi di esemplari, utilizzati da quasi la metà degli abitanti del pianeta!

<sup>19</sup> Per approfondimenti sull'invenzione e la vita di Mary Jacobs, è interessante leggere la sua autobiografia: C. CROSBY, *The Passionate Years*, New York 1953.



Quello che però la giovane inventrice, nonché pacifista militante, non poteva neppure supporre fu il rilevante impulso che la Grande Guerra avrebbe impresso alla diffusione della sua creatura. Dopo un violento avvio, infatti, i tanti fronti di combattimento avevano costretto alle armi ben 80 milioni di uomini, costringendoli a lasciare le proprie famiglie, le proprie case e la propria attività. Molte le donne che andarono a sostituirli, come più dettagliatamente ricordato in precedenza, indifferenti alla pesantezza del lavoro, ai turni massacranti e ai rischi per la salute. Ovviamente mutazioni tanto radicali del costume non potevano non implicare conseguenze oltre che sugli atteggiamenti anche sull'abbigliamento e la moda femminile si adeguò rapidamente, sin dalle avvisaglie iniziali della imminente tragedia, con un vistoso processo di semplificazione del vestiario e su questo triste scenario impattò l'invenzione del reggiseno, che accentuando la libertà del corpo, limitava i disagi delle donne senza però avvilir-

In alto: Fotoritratto di Mary Phelps Jacob

Alla pagina a destra: Testo esplicativo del brevetto del reggiseno

Nelle pagine precedenti: Grafici allegati al brevetto di una cerniera lampo

# UNITED STATES PATENT OFFICE.

MARY P. JACOB, OF MAMARONECK, NEW YORK.

## BRASSIÈRE.

1,115,674.

Specification of Letters Patent.

Patented Nov. 3, 1914.

Application filed February 12, 1914. Serial No. 818,372.

*To all whom it may concern:*

Be it known that I, MARY P. JACOB, a citizen of the United States, residing at Mamaroneck, in the county of Westchester and State of New York, have invented new and useful Improvements in Brassières, of which the following is a specification.

This invention relates to improvements in brassières.

More particularly it relates to garments of the general type known as corset covers, worn for the purpose of covering the top of the corset and holding the wearer in proper form. These garments, in order to serve their purpose with low corsets, require to be snug fitting in order to shape the figure properly above the waist, to confine the bust and conceal the corset top. Garments hitherto proposed for this purpose have required lacing or other fastening of parts across the back of the wearer or have been otherwise arranged so high as to interfere with the wearing of evening gowns cut low in the back. The necessity of a snug fit has also made it necessary that the brassière be made with special regard to the size and shape of the wearer in order to obtain a proper fit.

It is among the objects of the present invention to provide a garment in which a number of features of novelty and utility are combined, among which are the provision of a garment which has no back and therefore does not interfere with any design of evening gown that may be chosen; one which is capable of universal fit to such an extent that for commercial handling it need be made in but few sizes, with reasonable certainty that the size and shape of a single garment will be suitable for a considerable variety of different customers; and to provide a garment which is characterized by extreme simplicity, by freedom from bones so that it may be finished with laces or embroideries for wear beneath a sheer waist or diaphanous gown, and which when worn is both comfortable and cool and so efficient that it may be worn even by persons engaged in violent exercise such as tennis; and which has other advantages that are characteristic of the invention herein set forth, some of which may be summarized by saying that it does not confine the person anywhere except where it is needed. These objects are attained by the very simple construction of

garment hereinafter described, and especially by the features pointed out in the appended claim, the purpose of which is to cover whatever features of patentable novelty exist in the invention disclosed.

In the accompanying drawings: Figure 1 represents an embodiment of the invention, and Fig. 2 shows the manner of wearing the same.

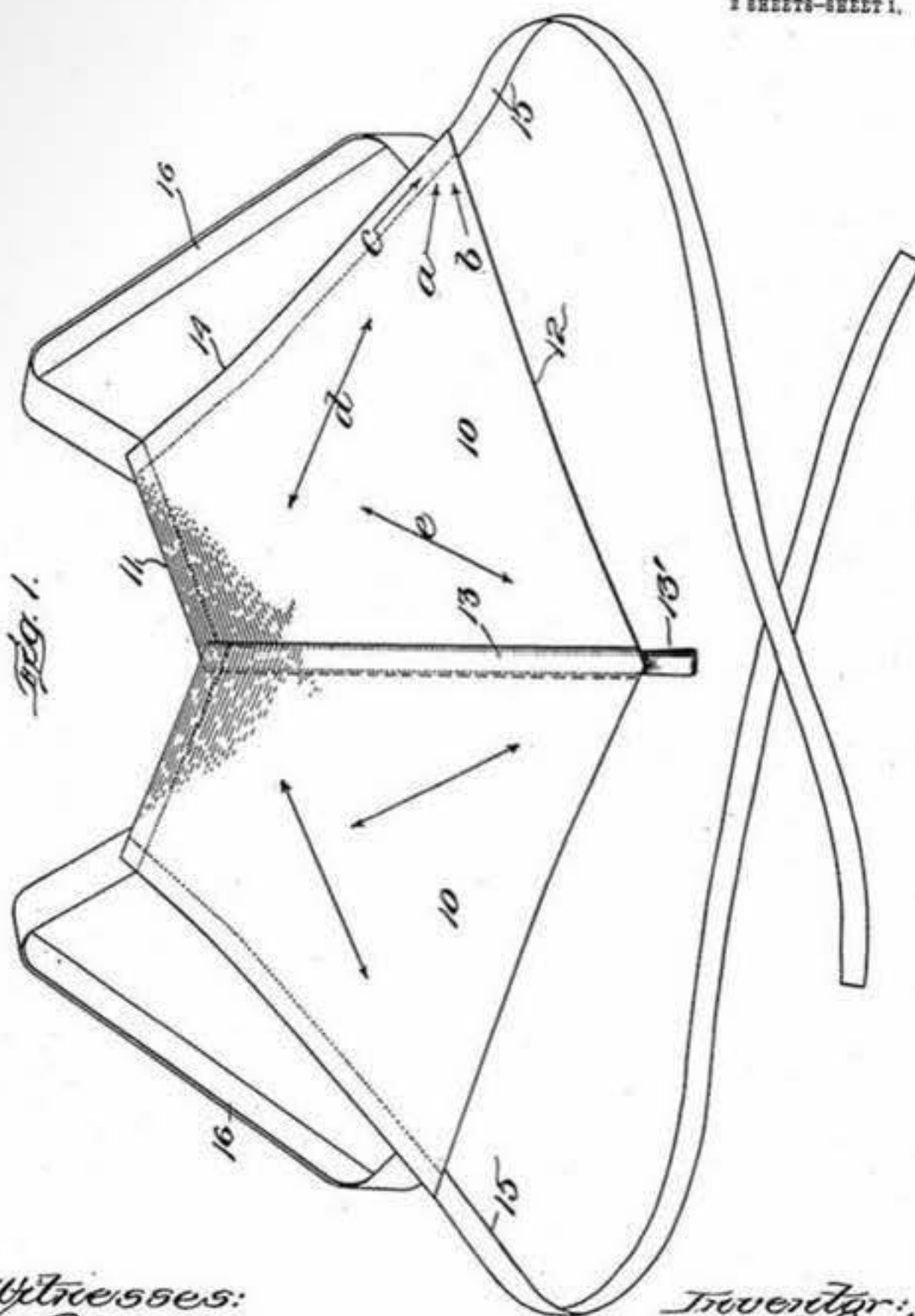
Referring to the drawings, the garment is seen to consist of a front composed of two pieces of cloth, 10, 10, joined together by a seam extending vertically in the middle. These two pieces are cut on a slight bias, not according to the usual cutting "on the bias," which ordinarily means at an angle of 45° to the selvage, but at a less angle. The best form so far as I have discovered is substantially that illustrated in the drawings, where each piece 10 has top and bottom edges that are parallel to the selvage. Each of these pieces 10 has a relatively short top edge 11 and a relatively long bottom edge 12, the bottom edge being in fact about twice as long as the top edge. This results in the production of two pieces, each in the shape of a trapezoid with its oblique sides approximately equal in length. These two pieces are put together and joined by the seam 13 on their adjacent oblique sides. Their other oblique sides, remote from each other, are each finished by hemming by any ordinary or suitable method. As these edges are on a bias, this forms a somewhat yielding binding 14. At the lower end of the seam 13 a tab 13' is provided. At the bottom of each binding 14 a tie 15, which, as illustrated, consists of a tape or string, is attached. A suitable tape 16, which is preferably elastic, is also attached to the binding of each piece 10, extending from the upper outer corner to the lower outer corner of the piece. When the garment is worn these tapes pass upward over the shoulders, down behind, under the arms of the wearer, one on each side. This substantially completes the description of the article, except that it should be said that the width between the places where the two tapes 16 are attached at the top may vary according to the width of the shoulders of the wearer, so that these tapes in passing over the shoulder will conform approximately to the lines or shoulder straps of an evening gown. The length of the bottom edges of the pieces 10 is such that when the



BRASSIÈRE.

1,115,674.

2 SHEETS--SHEET 1.



Witnesses:  
Ch. Brown  
Bryant Allen

Inventor:  
Mary P. Jacob  
By Hutchell, Chaswick & Kent  
attys.

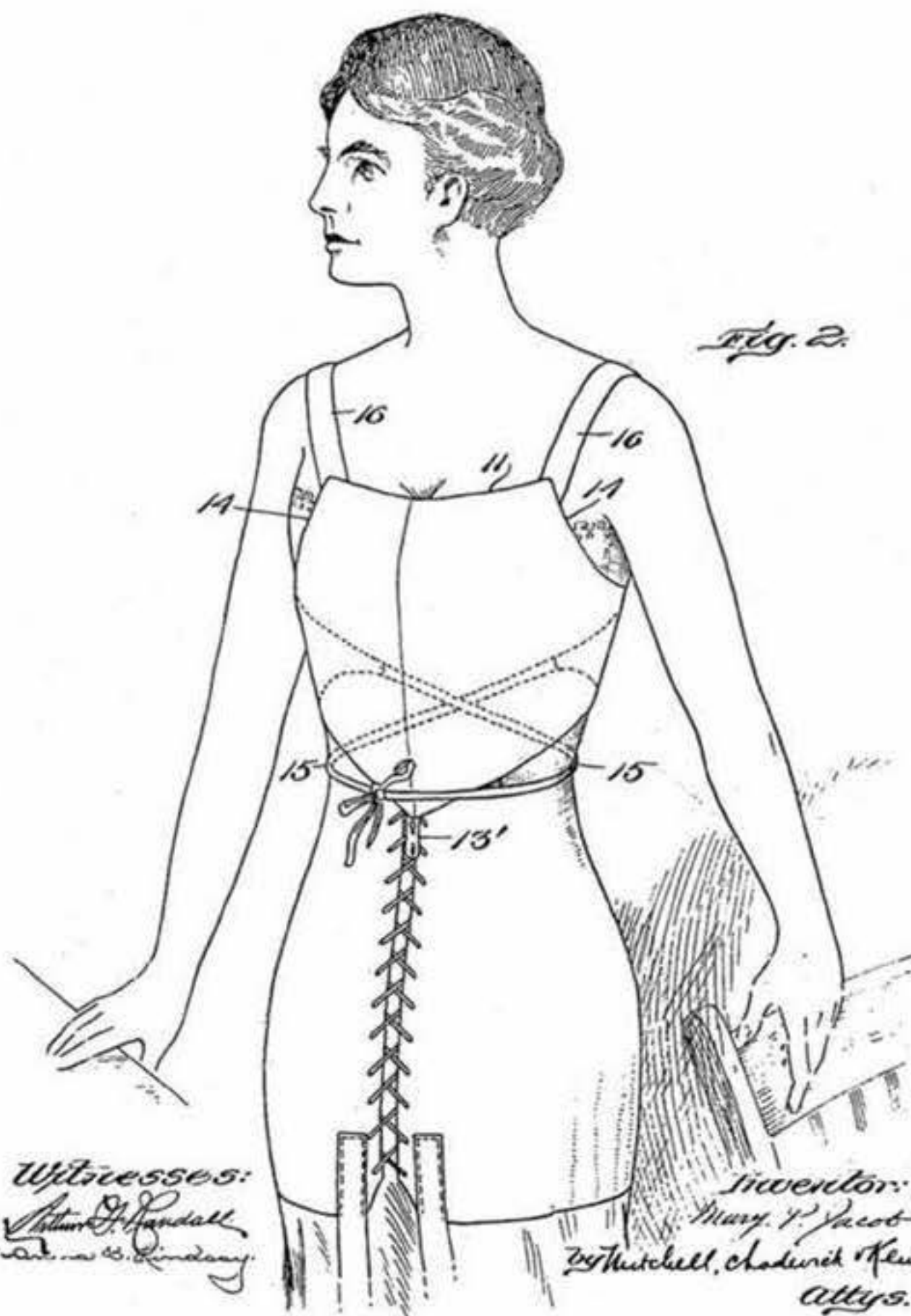
M. P. JACOB.  
BRASSIÈRE.

APPLICATION FILED FEB. 12, 1914.

1,115,674.

Patented Nov. 3, 1914.

2 SHEETS-SHEET 2.







ne l'avvenenza. Vantaggi che la pedante relazione tecnica del brevetto così anticipava: "E' tra gli scopi di questa invenzione fornire un indumento che offra, combinate fra loro, alquanto caratteristiche nuove e utili, tra cui l'essere privo della parte posteriore, utilizzabile perciò senza preclusione con gli abiti molto scollati. E' inoltre... talmente valido da tornare utile a donne impegnate in violenti esercizi fisici, o sport come il tennis, senza ostacolare alcun movimento."

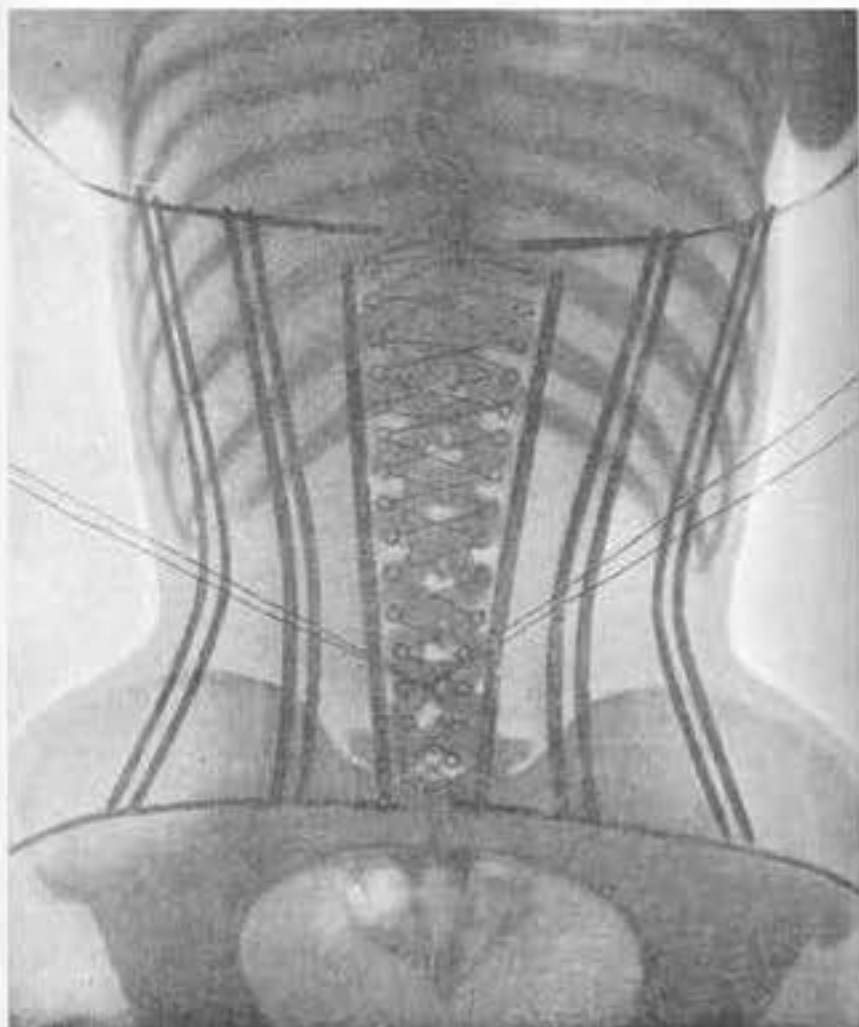
Non sarebbe stata, purtroppo, una partita a tennis quella che milioni di donne in quell'autunno del 1914 si accingevano a disputare, ma il massacrante lavoro nelle fabbriche e nei campi, per cui poter disporre della maggiore libertà fisica promessa dal nuovo indumento trovò rapida ed universale accettazione. Quanto alla sua denominazione, che con altrettanta rapidità entrerà nel linguaggio comune, dopo un iniziale e generico 'reggipetto' finirà per imporsi quella di 'reggiseno'. Oggi le varianti e i modelli sono talmente tanti che si possono solo per larga massima e per difetto tentare di elen-

carli, secondo questo schema. La prima distinzione si coglie fra reggiseno a triangolo o a balconcino. I primi hanno le coppe realizzate con un brando di stoffa appunto triangolare, e somigliano perciò all'archetipo della Jacob. In quanto tali coprono quasi interamente le mammelle, e vengono considerati generalmente molto confortevoli. Quelli a balconcino, invece, pur non fornendo la medesima comodità sono ampiamente utilizzati per la più vistosa valorizzazione che danno al busto. Sono stati così definiti per le coppe sagomate a forma di mezzaluna senza la parte superiore, in modo da sollevare ed esporre la metà alta dei seni. Altri reggiseno sono dotati di allacciatura anteriore, tra le coppe, per agevolarne la vestibilità, come pure in modelli più rari destinati agli abiti da sera, con la schiena in buona parte scoperta, l'allacciatura avviene anteriormente quasi all'altezza dell'ombelico, mediante un doppio giro delle code. Non mancano inoltre reggiseno senza spalline, oppure amovibili in funzione dell'abito indossato, o unica posta dietro al collo. Quasi tutti i modelli, inoltre, hanno nel

In alto: *Modelli di corsetti ottocenteschi fortemente contenitivi*  
Nelle pagine precedenti: *Grafici allegati al brevetto del reggiseno di Mary Jacob*

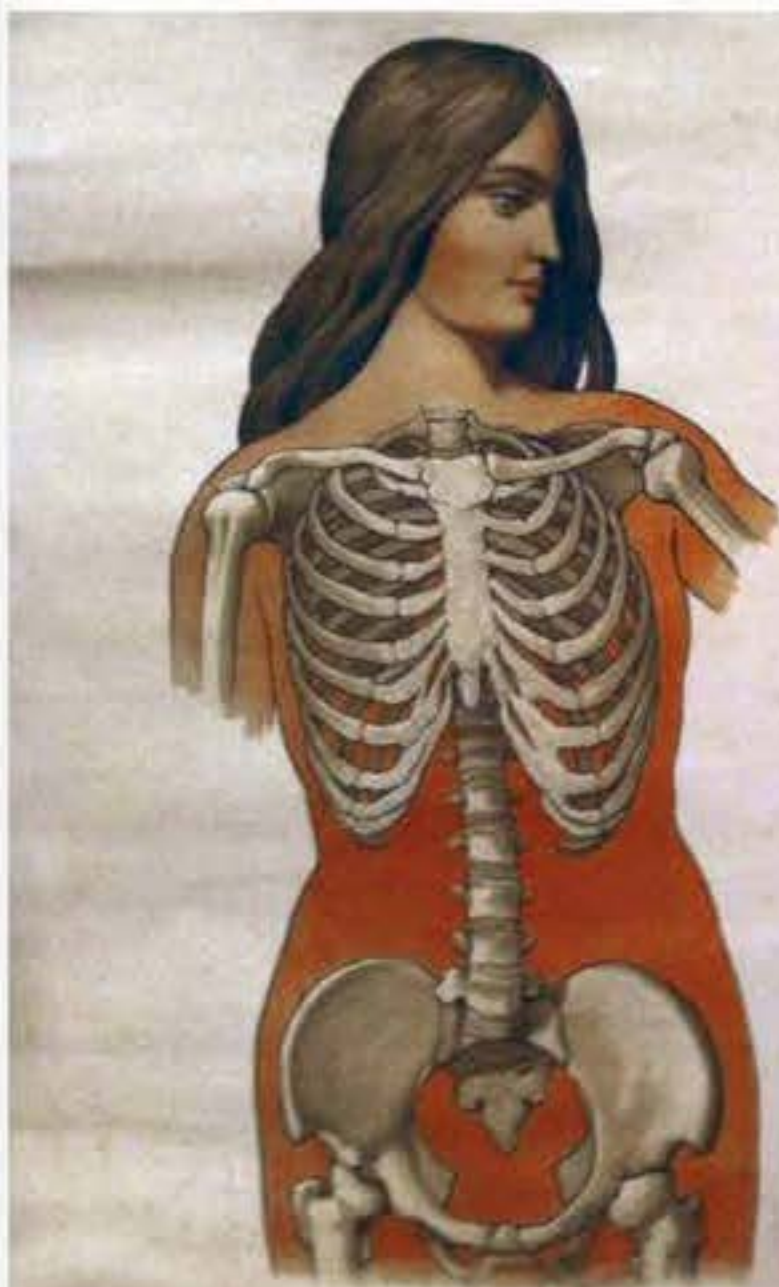
Alla pagina a destra  
In alto: *Radiografia che mostra in maniera oggettiva la deformazione della gabbia toracica provocata dal corsetto*  
In basso: *Tavola che illustra i danni inferti alla gabbia toracica dal corsetto*



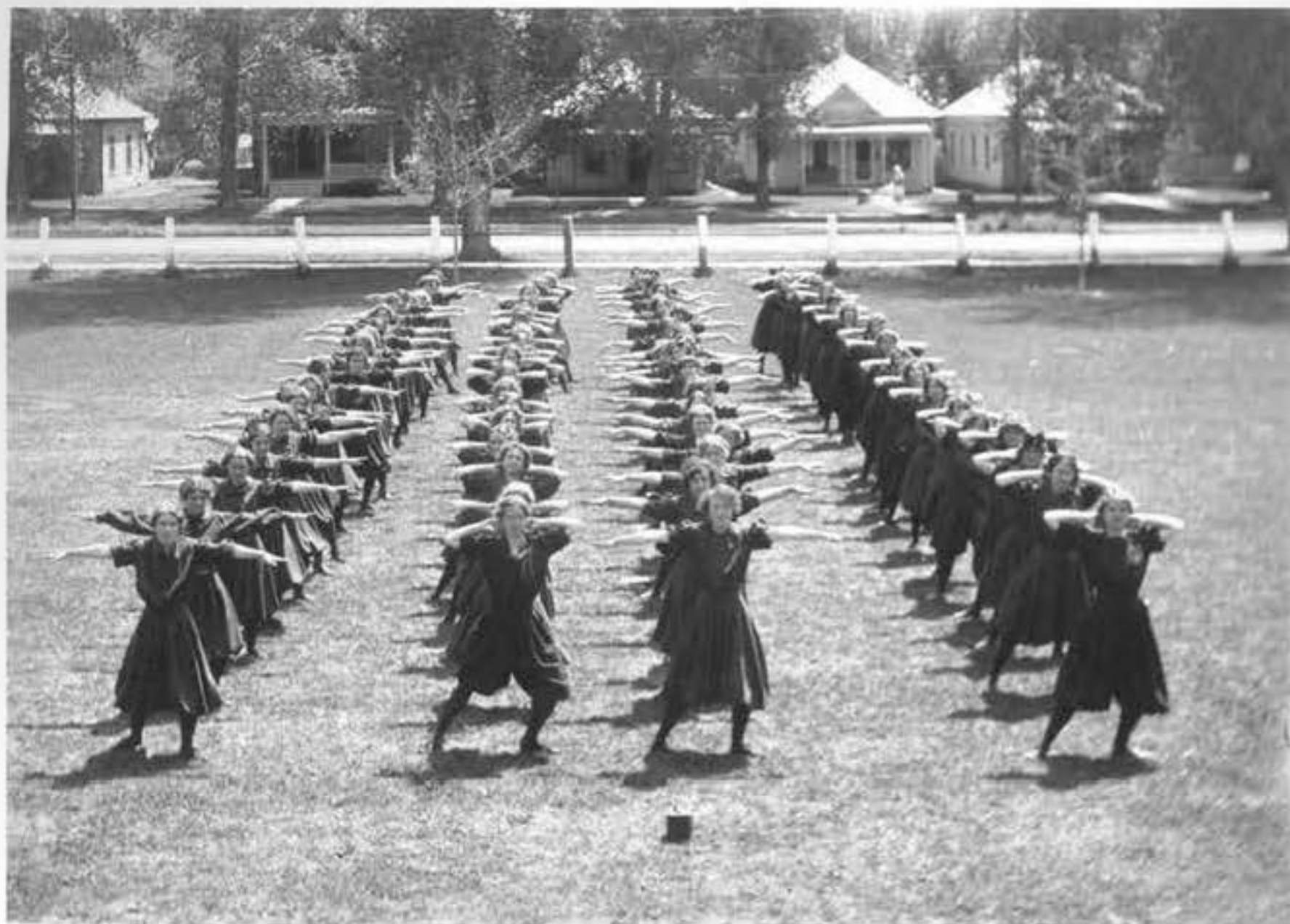


loro bordo inferiore un ferretto sagomato a  $\omega$  che garantisce, sia pure al prezzo di una certa rigidità, un miglior supporto. Né mancano modelli destinati a sostenere nel senso statico del termine, i seni più abbondanti, mediante opportuni rinforzi cuciti nelle coppe, in modo di limitarne le oscillazioni durante il movimento. Meno frequenti i reggiseno per opposte finalità, ovvero incrementare soltanto apparentemente il volume di un seno eccessivamente modesto, mediante opportune imbottiture delle coppe, realizzate per lo più in materiale espanso o gel di silicone, posto sulla sezione inferiore delle coppe. Un effetto simile, del resto, è fornito dai reggiseno *Push Up*, che, grazie ad una particolare formazione delle coppe, esercitano sulle mammelle una spinta verso l'alto facendole apparire decisamente maggiori, ovviamente a scapito della naturalezza. Una gamma tecnologica è quella dei cosiddetti reggiseno sportivi, che oltre a sostenere energicamente il seno neutralizzando le forti sollecitazioni derivanti dalle attività fisiche, lo proteggono anche dagli urti. La breve esposizione, come intuibile, non esaurisce affatto la gamma esistente.<sup>20</sup>

20 Sulla storia e le caratteristiche del reggiseno cfr. D. CHIADINI, *Storia del reggiseno*, Roma 1989; ed anche B. FONTANEL, *Busti e reggiseni. L'epopea del seno dall' antichità ai giorni nostri*, Milano 1997.







Può a prima vista sembrare strano che per ideare e produrre un indumento intimo tanto utile e tanto semplice si siano aspettati tanti millenni, ma la verità storica risulta alquanto diversa, costellata da riproposizioni e oblii, per lo più connessi al vigente contesto socio-economico. Non stupisce perciò un recente ritrovamento risalente all'epoca medievale, che anticipando persino in maniera migliore il brevetto di Mary Jacob, ci induce a ritenerlo piuttosto che un'assoluta novità, una reinvenzione. Nel 2008, infatti, durante dei lavori di restauro condotti nel castello di Lengberg, nel Tirolo orientale, diretti da Harald Stadler, dell'Istituto di Archeologia dell'Università di Innsbruck, in una vasta intercapedine fu trovato un ammasso di stracci e di rifiuti, per lo più pezzi di legno, vecchie scarpe e logori indumenti, per un totale di 2.700 pezzi.<sup>21</sup> Tra gli stracci affiorarono 4 reggiseno, di modernissimo taglio e concezione, nonché un perizoma

con due lacci laterali, simile a quelli degli odierni bikini. Che non si trattasse di rifiuti di recente origine fu presto confermato da cinque analisi al carbonio 14, eseguite presso il Politecnico Federale di Zurigo: nessun dubbio i reggiseno e il perizoma rimontavano al XV secolo, per l'esattezza al periodo compreso tra il 1440 ed il 1480! L'incredulità fu perciò la prima reazione di Beatrice Nutz, l'archeologa responsabile della scoperta, subito seguita dal vano tentativo di trovare, tra le fonti iconiche e letterarie, una qualche conferma cronologica circa l'esistenza del femminile indumento, ma ben poco emerse dalle ricerche.<sup>22</sup>

Col dissolversi dell'Impero d'Occidente, infatti, erano svaniti anche le rudimentale fasce destinate a sorreggere il seno e solo dal XIII-XIV secolo se ne ritrova menzione in rare cronache nelle quali si parla di canice con 'tasche', o magliette

21 Per una sintesi sul ritrovamento dei reggiseno medievali cfr. F. Russo, *Lingerie d'annata...*, in *Medioevo* n. 196, maggio 2013.

22 L'articolo sulla scoperta dell'archeologa Beatrice Nutz, è stato pubblicato su History Extra, sito ufficiale della BBC History Magazine nel numero di agosto del 2012.





con le 'borse', destinate però verosimilmente soltanto ai seni voluminosi. Henri de Mondeville, 1260-1320, celebre chirurgo francese autore del trattato *Chirurgie*,<sup>23</sup> scriveva al riguardo: "Alcune donne... ricavano nei loro abiti due borse ben aderenti, destinate a contenere le mammelle, ed in esse ogni mattina ve le inseriscono e le fissano con dei nastri". Anche Konrad Stolle, 1436-1501, nel suo memoriale *Turingia-erfurtischen*, ricordava: "le camicie con i sacchetti in cui alcune donne infilavano i loro seni...", biasimandone la decenza. Né manca in merito una coeva satira tedesca, di autore ignoto, in cui si legge: "Una donna ha fatto due borse per il suo seno, e con quest'indumento si aggira per le strade, in modo che tutti i giovani la guardino, per ammirarne il bel seno... ma i seni troppo grandi rendono le borse strette, originando nella città pettegolezzi". Quindi dei supporti o delle tasche per soste-

nere i seni, esistevano anche nel XV secolo e, pur non essendo ancora dei veri reggiseno a coppe separate, non erano più nemmeno una fascia mammaria di tipo romano o greco.

Stando alle fonti, infatti, sappiamo al riguardo che nell'antichità tra le esigenze di quel particolare indumento per il seno, spiccavano quelle derivanti dall'allattamento, presto tuttavia affiancate da motivazioni funzionali ed estetiche. Le prime tendevano a celare gli inestetismi delle mammelle afflosciate e pendule; le seconde, invece, a ostentarle più sode ed elastiche, per accentuare la seduzione. Tra le due, la necessità di evitare che sobbalzassero durante le attività sportive: a Sparta, perciò le ragazze durante le gare, si cingevano il petto con una robusta e ritorta fascia chiamata 'apodesmo'. In realtà quella sorta di morbida fune non comprimeva le mammelle ma vi si ap-

23 Cfr. H. DE MONDEVILLE, *Chirurgie de maître Henry de Mondeville, composée de 1306-1320*, Parigi 1893.

In alto: Veduta del castello di Lenggberg in Austria

Alla pagina a sinistra: Ragazze americane che compiono esercizi ginnici nel 1910



In alto a sinistra: Lo slip rinvenuto insieme al reggiseno, del tipo con allacciatura sui fianchi

In alto a destra: Uno dei reggiseno rinvenuti tra i rifiuti del castello di Lengberg

In basso e al centro: Insieme slip reggiseno di foggia straordinariamente moderna







plicava immediatamente al di sotto, all'attaccatura col torace, fornendole un efficace sostegno. Le donne etrusche, invece, si fasciavano il petto con un lungo nastro, detto *'taenia'*, credendo così di limitarne l'abnorme crescita. Le romane, infine, dal canto loro si avvalsero di tre diverse tipologie di ausili, nessuno però simile agli attuali reggiseno e neppure a quelli trovati a Lengberg, trattandosi in sostanza di supporti di diversa consistenza e portata. Il più noto era il *'mammlare'*, una striscia spesso di cuoio, utilizzato per appiattire il seno e limitarne la crescita. Altrettanto usato lo *'strophium'* una lunga fascia di stoffa da avvolgere a spire, che sosteneva senza esercitare alcuna compressione. Una testimonianza implicita di tale indumento è data dal suicidio della liberta Epicuri, la quale per evitare ulteriori torture preferì impiccarsi stringendolo intorno al collo. Nel celebre mosaico di Piazza Armerina, lo si vede indossato da alcune fanciulle e il loro costume somiglia a un odierno bikini con reggiseno a fascia. Alla stessa tipologia appartenevano pure le fasce delle prostitute di Pompei, imposte

piuttosto da un seno pendulo che da un inverosimile pudore stante l'assoluta nudità! Ai Romani, infatti, non piacevano i seni cadenti, per loro tipici delle barbare, non a caso così raffigurate sulla Colonna Antonina, repulsione recepita dalle donne romane che perciò in tutte le maniere studiarono di evitare. Vi era infine il *'cestus'*, una sorta di corpetto alquanto lungo, riservato ai seni più abbondanti. Stando alla mitologia fu Venere a inventarlo consigliandolo a Giunone, per le sue ben note forme *'giunoniche'*! Stando a Marziale, invece, fu una sorta di esca, una trappola accortamente elaborata a cui nessun uomo sapeva o voleva sottrarsi!

Tornando ai reperti rinvenuti nel castello di Lengberg, inusitata la deduzione sull'esistenza in pieno '400 di una raffinata lingerie e, soprattutto del reggiseno a coppe separate con bordature e inserti di pregiato pizzo. Le coppe, infatti, che

In alto: Piazza Armerina, Enna: il mosaico del IV secolo delle cosiddette ragazze in bikini





ne sono l'elemento caratterizzante svelano esattamente il loro disegno e la tecnica di assemblaggio: ognuna fu ottenuta con due spicchi di lino fine, riservando il più grezzo alle restanti parti, soluzione che ne consentiva un più ergonomico adattamento alle mammelle. Un indumento che, destinato dalla vigente morale a essere celato dal vestito, si conferma, invece, proprio per tanta ricercatezza, finalizzato alla esposizione vagamente erotica, forse in ambiti coniugali dell'alta società. Un'ultima indicazione riguarda la taglia: i quattro esemplari rinvenuti, in base all'attuale dimensionamento apparterrebbero ad una 'quarta' ovvero a una taglia 36, hanno tutti le coppe separate, ma sono diversificati fra loro. Il loro criterio informatore sul finire del Medioevo era quindi corretto, forse però troppo in anticipo sui tempi che del resto solo le esigenze della Grande Guerra contribuirono ad istaurare.

### *Gli assorbenti igienici*

La multinazionale *Kimberly-Clark* che conta numerosissimi stabilimenti in 37 nazioni, tra cui anche l'Italia, ha praticamente il monopolio dei prodotti a base di cellulosa quali, ad esempio, i fazzoletti di carta usa e getta, o i rotoli di carta assorbente per impiego domestico. I marchi che a lei fanno capo sono molteplici e tutti ben noti ovunque quali, per citarne alcuni, *Kleenex*, *Scott*, *Andrex*, *Huggies*, *Pull-Ups*, *Kotex*, *Poise* e *Depend*. Al loro interno vi lavorano complessivamente 55.000 dipendenti, esplicita conferma del favore incontrato in tutto il mondo da quel tipo di prodotto, in sostanza basato su di una unica materia prima: una cellulosa di notevole morbidezza e capacità di assorbimento. Quale ne sia attualmente la diffusione è agevole dedurlo constatan-



do che dell'intera popolazione mondiale un uomo su quattro ne usa un qualche tipo! Meno di un secolo fa l'immensa multinazionale era una piccola azienda familiare che sull'invenzione di un particolare composto a base di cellulosa e di cotone fondava le sue prospettive di ulteriore sviluppo. La validità di quel suo prodotto, dimostratosi circa cinque volte più assorbente del cotone stesso e della carta singolarmente presa ma con un prezzo al dettaglio molto inferiore ai simili, e perciò senza dubbio eccezionale garantiva, al gruppo che nel frattempo si era costituito con la fusione della *Ballou & Scott* fondata nel 1865 da Thomas Seymour Scott e Otis H. Ballou, poi divenuta *Scott Paper Co. Limited*, e da una

*Kimberly, Clark and Co.*, fondata nel 1872 da John A. Kimberly, Havilah Babcock, Charles B. Clark e Frank C. Shattuck, con un capitale iniziale di appena 30.000 dollari, un sicuro sviluppo che già si intravedeva agli inizi del '900.

Con l'entrata in guerra degli Stati Uniti nel 1917, la dirigenza dello stabilimento pensò di adattare quella sua invenzione, tanto simile all'ovatta, alla produzione di bende chirurgiche. Il particolare prodotto fu subito inviato ai reparti della Croce Rossa in Europa dove, per l'ottimale rispondenza, fu ampiamente richiesto ed utilizzato per le medicazioni. Pochi mesi dopo le crocerossine americane che prestavano servizio negli ospedali da campo statunitensi, maneggiando quel nuo-

In alto: *Fiocchi di cellulosa*

In basso: *Foto di un gruppo di infermiere statunitensi della Prima guerra mondiale*

Alla pagina a sinistra: *Affresco pompeiano raffigurante una prostituta al lavoro: da notare la fascia mammillare*







vo tipo di bende assorbenti continuamente, ne riscontrarono la capacità di imbibirsi senza disfarsi di notevoli quantità di sangue emesso dalle ferite, le ritennero utili con un leggero adattamento, forse scaturito del tutto accidentalmente, alla loro periodica esigenza fisiologica, trasformandole perciò in antesignani assorbenti igienici per le mestruazioni.

L'impiego era ovviamente ufficioso ma i risultati si dimostrarono talmente positivi che quel ripiego fulmineamente si diffuse tra le infermiere, americane dapprima e poi via via delle altre nazionalità! Quella estemporanea utilizzazione costituì la fortuna industriale della *Kimberly-Clark*: la fine della guerra, infatti, pose termine alle ingentissime richieste delle sue bende, suggerendo indirettamente alla fabbrica di avviare la massiccia realizzazione di assorbenti per quella particolare destinazione accentuandone e specializzandone le caratteristiche. Fu così che nel 1920 comparvero nei negozi le prime confezioni di assorbenti igienici, col nome di *Kotex*. Come facilmente immaginabile da quel primo prodotto si derivò, in tempi brevi, quello dei pannolini usa e getta destinati ai bambini, facilitando, per un verso e per l'altro, enormemente la vita delle donne.

*In alto: Una medicazione effettuata con benda di cellulosa assorbente*

*In basso: Foto del Corpo delle Infermiere statunitensi*

*Alla pagina a sinistra: Una infermiera statunitense fra due soldati mutilati*

In Europa gli assorbenti igienici arrivarono con notevole ritardo, per lo più nell'ambito della Seconda guerra mondiale, ed in Italia ancora dopo, e in forma rudimentale. Erano realizzati, infatti, solo con cotone idrofilo debitamente pressato e contenuto in una sorta di reticella, di rilevante ingombro e sistematicamente evitati dalla pubblicità che, giova ricordarlo, ha mantenuto al riguardo una singolare reticenza: basti considerare che anche oggi, quando ormai la pubblicità di tale prodotto è contesa dai vari canali televisivi, le dimostrazioni di assorbenza vengono effettuate sempre utilizzando un liquido blu, che non è certamente il sangue di donne nobili! Negli anni successivi gli studi e, soprattutto, le esperienze maturate su milioni di donne consentirono di migliorare considerevolmente il prodotto, che si diffonderà talmente ad oltranza da creare attualmente problemi per l'inquinamento che provoca.









**Parte TERZA**





# ATTINENZE ALL'EDILIZIA ED ALLA MECCANICA

## *Introduzione: dalla fortificazione all'edilizia civile*

Treni ed autoveicoli esistevano già da diversi decenni prima dell'esplosione del conflitto, ma i primi – e più ancora i secondi, non si erano evoluti gran che dalle fasi embrionali, e per giunta non si erano diffusi in maniera significativa. Le stesse potenze motrici delle locomotive si confermavano sempre alquanto deboli e tutte erogate da macchine a vapore alternative, di bassissimo rendimento. Non a caso l'evoluzione: "più indiscutibile è stata certamente la trasformazione delle locomotive. La generalizzazione della trazione elettrica si è realizzata soprattutto dopo la Prima guerra. Si vedono però apparire anche le prime Diesel elettriche, che sicuramente non rappresentano un evidente miglioramento tecnico, ma comportano un'economia d'investimento di cui va tenuto conto. Se il rapporto peso-potenza per il motore Diesel è di 9 kg per cavallo, se per il Diesel elettrico tale rapporto passa a 20 e perfino a 35 kg per cavallo di contro le operazioni di arresto e di avviamento sono facilitate, grazie alla flessibilità dell'energia elettrica."<sup>1</sup>

1. Da B. GILLE, *Storie delle tecniche*, Roma 1985, p. 454.

L'elettrificazione delle ferrovie italiane<sup>2</sup> si avviò sia pure in modo sperimentale agli inizi del secolo scorso dopo studi propedeutici sul finire del precedente. La relativa abbondanza di energia elettrica, all'epoca prodotta dalle centrali idriche, suggeriva tale adozione, ma occorreva sviluppare delle adeguate motrici e, spesa di gran lunga maggiore una adeguata rete di distribuzione e di alimentazione lungo i binari. Nonostante ciò, lo scoppio della guerra mondiale e le difficoltà che ne derivarono nell'approvvigionamento di carbone: "accelerò il processo di elettrificazione. L'estensione delle linee alimentate con corrente trifase può così essere riassunta nelle sue tappe principali:

- 1917 Torino-Pinerolo
- 1919 Torino-Bussoleno-Susa
- 1924 Torino-Ronco, Alessandria-Voghera, Novara-Tortona e Arquata-Tortona.

Di notevole importanza per l'approfondimento dei problemi legati alla captazione di corrente fu l'attivazione sperimentale

2. In merito cfr. M. LORIA, *Storia della trazione elettrica ferroviaria in Italia*, Firenze 1971.



con alimentazione a 50 Hz e tensione di 10.000 volt della linea Roma-Sulmona nel 1927. L'elettificazione della rete ferroviaria a corrente alternata trifase procede celermente fino al 1930.<sup>3</sup>

I numerosi problemi furono progressivamente risolti fornendo alla fine un mezzo di locomozione pulito e rapido, che sarà ulteriormente potenziato e perfezionato anche dopo gli anni '30. Per avere un'idea dell'entità delle prestazioni fornite dalla rete ferroviaria nel corso della Prima guerra, è sufficiente ricordare due ambiti operativi, quello relativo al trasporto delle munizioni per le artiglierie e quello dell'evacuazione dei feriti e degli ammalati. Questo il quadro riassuntivo:

1915	3.340.344
1916	7.939.884
1917	16.434.906
1918	14.000.256

Più significativo il trasporto e l'evacuazione dei feriti che vide la formazione di 1417 treni sanitari, con una media di: "18 al giorno per trasportare 90.500 feriti ed ammalati. Tale ritmo fu mantenuto anche durante la 2ª battaglia sull'Isonzo, con trasporto di 165.450 feriti ed ammalati, sia pure diluito in un periodo più lungo. Durante il riposo invernale 1915-1916 il traffico dei treni sanitari, anziché diminuire, aumentò perché i rigori invernali provocarono un gran numero di ammalati delle vie respiratorie e fu perciò necessario realizzare 3.017 treni, con una media di 25 al giorno per trasportare complessivamente 134.100 feriti e ammalati. La situazione migliorò parecchio durante la primavera, ma divenne di nuovo critica durante l'offensiva austriaca nel Trentino. Si dovettero allora realizzare 1.350 treni, in circa due mesi, per trasportare 123.950 ammalati e feriti."<sup>4</sup>

Progressi persino maggiori li registrarono gli autoveicoli, automobili in testa, dopo l'apporto della guerra. Al riguardo basti pensare che: "l'Esercito italiano non fu da meno degli altri: dai 450 *schassis* nudi del 1º agosto 1914, arrivò a disporre nel novembre 1918 – detratte le perdite e i consumi – di oltre 30.000 autoveicoli: il consumo giornaliero di benzina passerà dalle 50 t del 1915, alle 350 t in media del 1918.

3 Da E. MARAINI, *L'elettificazione delle ferrovie italiane. Una storia di coraggiosa intraprendenza e di incapacità a seguire una coerente politica industriale*, in *Storia dell'Ingegneria*, Atti del 2º Convegno Nazionale. Napoli, 7-8-9 aprile 2008, a cura di Salvatore D'Agostino.

4 La citazione è tratta da O. BOVIO, *Le ferrovie italiane nella prima guerra mondiale*, in *Studi storico militari* 1986, Roma 1987, pp. 223-24.

Per quanto riguarda gli effettivi, dai 9000 del 1915 si arriverà nel 1918 a 100.000 uomini e 3000 ufficiali. L'industria non soltanto farà fronte all'esigenza dell'Armata, ma riuscirà addirittura a fornire autoveicoli alle potenze alleate.<sup>5</sup>

L'automobile, pertanto, con il conflitto passerà: "dallo stadio artigianale alla fabbricazione in serie. L'esercito francese disponeva nel 1914 di 6.000 veicoli automobili: nel 1918 di 92.000"<sup>6</sup> Analogo sviluppo si ebbe pure negli Stati Uniti: "da una produzione annua di 240.000 vetture nel 1914, Ford passò a 950.000 nel 1919. Beninteso i materiali hanno avuto un ruolo importante tanto nella costruzione dei motori che per i telai e la carrozzeria... La carrozzeria in lamiera imbutita fa la sua comparsa nel 1920 in America... L'avviamento elettrico era stato inventato nel 1905 dal francese Bossu e messo a punto nel 1912 dall'americano Bendix."<sup>7</sup> Migliorie significative si ebbero anche nel settore navale, con un vistoso aumento della velocità e del tonnellaggio. L'impiego di: "acciai speciali permette di alleggerire gli scafi conservandone al tempo stesso la solidità... Le navi da guerra ebbero la stessa evoluzione. Il problema del materiale era qui ancora più rilevante, a causa delle corazzature... Di contro la nave mercantile è rimasta a lungi tradizionale, di tonnellaggio modesto, e spesso ha mantenuto la vecchia macchina alternativa e il carbone. Qui la velocità non era indispensabile a questo tipo di trasporto..."<sup>8</sup>

Nel frattempo, nel settore delle costruzioni edili, esordiva una nuova tecnica: il calcestruzzo armato. Dopo una ampia adozione in ambito militare, anche in quello civile si assisterà a un suo imporsi ed è emblematico che tra le prime grandi realizzazioni spicchi lo stabilimento del Lingotto della Fiat. Progettato e costruito a partire dal 1915 dall'architetto Giacomo Mattè Trucco, 1869-1934, per volere della direzione della giovane fabbrica doveva riunire in unico edificio sia le officine dove si assemblavano gli autoveicoli sia la pi-

5 Da N. PIGNATO, F. CAPPELLANO, *Gli autoveicoli tattici e logistici del R. Esercito Italiano fino al 1943*, Roma 2005, vol. I, p. 33.

6 Da B. GILLES, *Storia delle...*, cit. p. 455.

7 *Ibidem*, p. 455.

8 *Ibidem*, p. 455.

Alla pagina a destra

In alto a sinistra: Una delle prime locomotive elettriche a corrente trifase

In alto a destra: Una locomotiva elettrica trifase: da notare il pantografo suddiviso in due sezioni

Al centro a sinistra: Il Fiat 15 ter in allestimento autoambulanza

Al centro a destra: Il camion FIAT 18

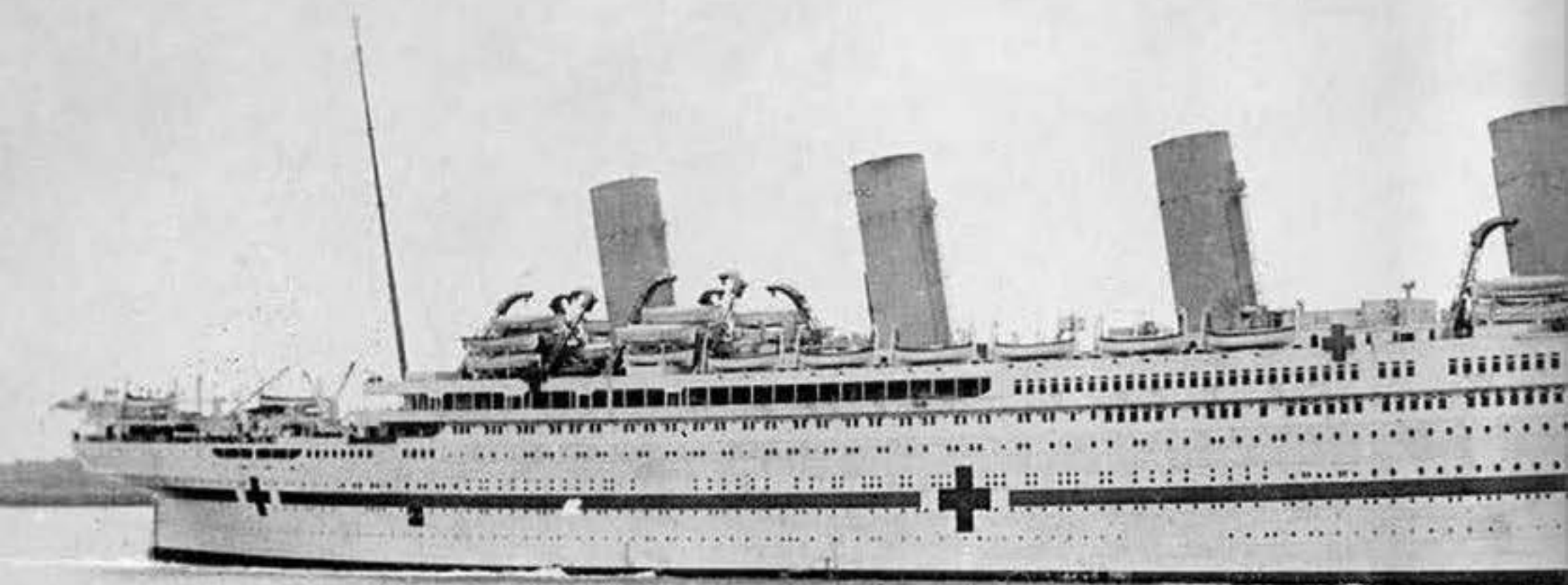
In basso a sinistra: Autovettura Ford T

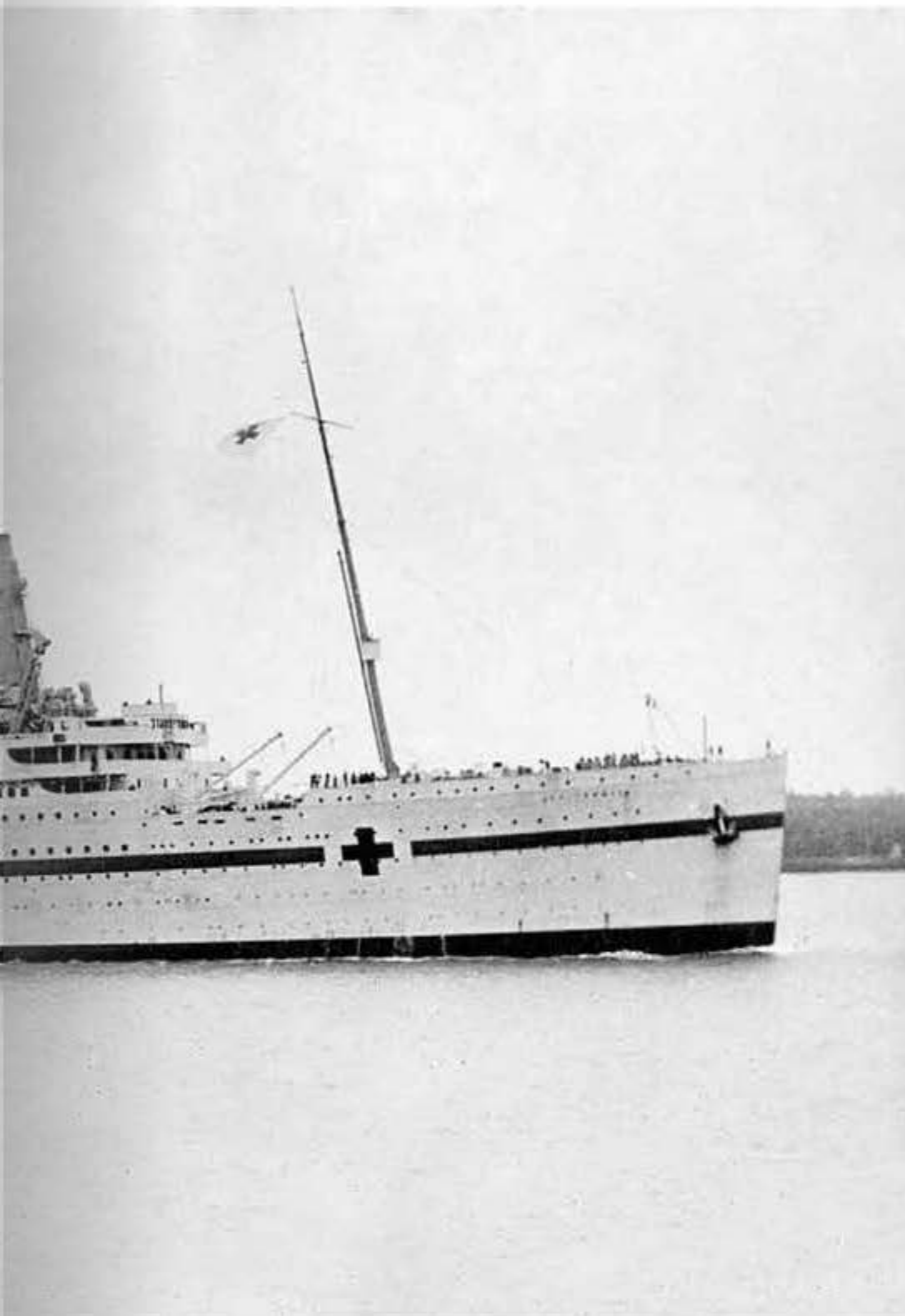
In basso a destra: Autovettura Ford T del 1916 in allestimento runabout











sta di collaudo. L'architetto edificò tutto lo stabilimento in calcestruzzo armato, ispirandosi a quello della casa automobilistica americana Ford ed anche ai principi del taylorismo, che aveva come obbiettivo principale la funzionalità produttiva. In base ad essi le officine si articolavano su cinque piani sovrapposti, formati da due lunghi corpi longitudinali, entrambi lunghi oltre cinquecento metri ed uniti da cinque traverse multipiano, dedicate ai servizi per il personale. Alle loro estremità due rampe elicoidali, permettendo alle auto di raggiungere il circuito di prova realizzato sulla copertura della fabbrica. L'edificio fu affiancato da una palazzina adibita ad uffici, tutt'oggi utilizzata per tale scopo, che completa l'immagine complessiva dello stabilimento proteso lungo l'asse di via Nizza. Quanto alla vicenda del calcestruzzo armato che permise quella rivoluzionaria costruzione industriale questo l'approfondimento.

Nell'ultimo quarto del XIX secolo, nell'ambito delle artiglierie, fece la sua comparsa un fattore destinato a rivoluzionare in brevissimo tempo le tranquillizzanti previsioni degli ingegneri militari circa la longevità delle fortificazioni esistenti o da poco edificate: l'esplosivo ad alto potenziale, da impiegarsi nel caricamento dei proiettili. Aprì la corsa la Germania nel 1888, adottando allo scopo l'acido picrico, lasciando agevolmente immagi-

*L'HMHS Britannic, già transatlantico gemello del Titanic, costruito nel 1914 e requisito dalla Royal Navy per essere trasformato in nave ospedale, His Majesty's Hospital Ship, affondò poco dopo per un urto con una mina il 21 novembre del 1916*







nare la straordinaria validità dell'innovazione. In realtà non esisteva al riguardo una assoluta ignoranza essendo quel particolare agente distruttore, da alcuni anni, perfettamente noto ed impiegato in compiti civili, quali in particolare le demolizioni. Ma il trasferimento al campo di battaglia, per le difficoltà connesse alle enormi sollecitazioni a cui erano sottoposti i proietti dalle cariche di lancio e alla corrosione dei loro involucri, consentivano poche illusioni circa la sua concreta adotta-

*In alto: Dettaglio della pista del Lingotto  
In basso: Veduta aerea dello stabilimento  
del Lingotto inserito nel suo attuale conte-  
sto urbanistico*

*Alla pagina a sinistra*

*In alto: Veduta aerea dello stabilimento  
Lingotto della Fiat*

*In basso a sinistra: Veduta della pista di  
collaudo delle auto realizzata sulla coper-  
tura dello stabilimento*









bilità. Nonostante ciò, a partire dal quel 1888, l'alto esplosivo si impose e gli esperimenti di tiro con proiettili riempiti di acido picrico contro opere fortificate confermarono, al di là di ogni più ottimistica previsione, la loro inimmaginabile efficacia devastatrice.

Le fortificazioni costruite fino ad allora cessavano così virtualmente di esistere sul piano militare! E ancora una volta nella storia dell'architettura difensiva, nel disperato tentativo di non dismettere tutte le opere permanenti – non potendosi sostenere gli immensi oneri di una ricostruzione in massa, si ricorse ad espedienti occasionali.

Una delle soluzioni che si impose, per semplicità costruttiva e per validità dei risultati, fu il rivestimento delle coperture delle fortificazioni o, più in generale, delle loro

sezioni esposte direttamente al tiro nemico, con un massiccio strato di calcestruzzo. Nel primo caso la blindatura orizzontale si imponeva perché i proiettili d'artiglieria, provenendo da grandi distanze cadevano con angoli prossimi alla verticale, con esiti devastanti in quanto esplodevano all'interno della fortificazione. L'insieme costituì una sorta di impenetrabile camicia, direttamente cucita sulla sottostante muratura, in modo da neutralizzare o almeno attenuare gli effetti degli impatti dei proiettili ad alto esplosivo.<sup>9</sup> In pratica: "questa 'cintura antideflagrante' che venne adottata, anche se con maggior parsimonia, dai Belgi e dai Tedeschi, consisteva in una piastra di calcestruzzo di un metro circa di spessore, che veniva gettata sopra la struttura principale della fortificazione e che restava separata da questa per mezzo di un altro strato, anch'esso spesso un metro, di sabbia. Il proiettile veniva arrestato e fatto esplodere dal calcestruzzo, mentre la sabbia smorzava le onde d'urto e impediva agli effetti dello scoppio di intaccare le strutture sottostanti".<sup>10</sup> Ma gli enormi proiettili cilindro-ogivali ripieni di alto esplosivo, spazzarono via quelle ingenuie barriere, svuotandole con pochi tiri. La nuova architettura difensiva dovette allora farsi carico di tornare alla contrapposizione rigida, per frustrare ogni altrimenti devastante

A sinistra: *La catena di montaggio adottata dalla Ford nel 1915*  
In basso: *Dettaglio della catena*

<sup>9</sup> In merito cfr. A. CASSI RAMELLI, *Dalle caverne ai rifugi blindati*, Milano 1964, pp. 444 e ss.

<sup>10</sup> Da I. HOGG, *Storia delle fortificazioni*, Novara 1982, p. 184.







penetrazione balistica. Per le accresciute energie cinetiche in gioco, però, il semplice ostacolo fornito dall'estradosso di una muratura sollecitato a compressione, quale che ne fosse la compattezza, non si confermò sufficiente come, invece, lo era stato fino ad allora in tutte le fortificazioni. Il proietto, infatti, scaricando nel solo punto d'impatto la sua immensa energia, finiva per trasmetterla istantaneamente e inalterata, proprio grazie alla compattezza di quelle corazze lapidee, alle strutture retrostanti che ne venivano sgretolate, non essendo in alcun modo solidali tra loro, a prescindere dal loro spessore e dalla loro durezza. Quanto alle masse di terra, orizzontali e verticali, venivano dissolte come polvere al vento delle esplosioni.

Occorreva, per ovviare a ciò, scaricare subito l'energia cinetica d'impatto e di esplosione su di una massa notevol-

mente maggiore, prestazione che fu ottenuta tramite grossi solettoni monolitici, in grado di assicurare grazie alla loro armatura interna di acciaio, la dispersione delle sollecitazioni anche più poderose, resistendo ottimamente a quelle di trazione che si manifestavano sul loro estradosso in conseguenza dell'impatto. La fortificazione, in altri termini, doveva divenire non solo molto più spessa, ma soprattutto monolitica, sia per la saldezza del calcestruzzo sia per la no-

*In alto: Panoramica del forte Rancia, a settentrione del lago del Monticenisio*

*Alla pagina a destra*

*In alto: Dettaglio del suo ingresso, di arcaica concezione*

*In basso: Coperture di cemento armato e muri di controscarpa di alcuni forti della fine del XIX sec.*











tevole armatura interna d'acciaio, resa pienamente solidale allo stesso. In tal modo non frammentandosi, gli impatti e le esplosioni venivano ripartite sull'intera opera, perfettamente in grado di sostenerli. Il materiale che consentì questa straordinaria soluzione sarà definito cemento armato, e troverà dopo un primo guardingo impiego in ambito civile, dopo circa mezzo secolo diffusissima adozione, divenendo perciò il simbolo tangibile onnipresente dello scempio ambientale e della speculazione più becera.<sup>11</sup> Quanto al criterio del monolitismo nella fortificazione fornito dal solo calcestruzzo, non poteva considerarsi affatto una novità.

I Romani, infatti, chiamarono quella sorta di roccia artificiale *calcis structio*, e le murature che con esso potevano edificare *opus caementicium*, inducendoci ad attribuirgli, per assonanza fonetica, una certa affinità col nostro cemento. In realtà l'unica sua analogia con l'attuale era l'iniziale fluidità e il successivo rapprendersi, fino a fargli assumere consistenza lapidea. La definizione, del resto, non era specifica designando già in precedenza un qualsiasi impasto

11 Cfr. F. Russo, *Trenta secoli di fortificazioni in Campania*, Piedimonte Matese 1999, pp. 280-4.



In alto: Proietti di grosso calibro utilizzati nella battaglia della Somme  
In basso: Forte Przemysl, costruito dall'Impero austro-ungarico nel sud della Polonia, sul finire del XIX secolo fu devastato dapprima dall'artiglieria russa e poi da quella tedesca nel 1915, finendo per divenire un rudere. Evidenti le spesse coperture dei strutture del forte.  
Alla pagina a sinistra: Ruedi del forte Douaumont, costruito tra il 1885 ed il 1888 con copertura in cemento armato.







contenente inerti, cioè tutti i miscugli di pietrame e malta, sempre però ben lontani dall'averne una pari resistenza, che per tale ragione saranno in poco meno di un secolo irreversibilmente abbandonati. Per i Romani, curiosamente, i *caementa* erano gli inerti, le pietre più o meno piccole, che venivano tenute insieme da un legante, impasto a cui non diedero mai un preciso nome, pur essendo in sostanza simile a una malta. La calce necessaria per ottenere quest'ultima si ottiene riscaldando la pietra calcarea a circa 900° in appositi forni, processo di calcinazione la cui origine si perde nella notte dei tempi. Le prime notizie certe del suo im-

piego, infatti, rimontano al tempo di Nabucodonosor quando a Babilonia si iniziò a sostituire la malta asfaltica con la calce idrata, volgarmente detta spenta, pratica rapidamente diffusasi specialmente là dove non sgorgava naturalmente il bitume e, per contro, abbondavano la pietra calcarea e la legna.<sup>12</sup> Non mancano, però, fonti che nella stessa regione fanno risalire la calcinazione addirittura alla metà del III millennio a.C., sebbene la produzione abbia avuto proprio per la scarsità di pietra e legna sempre un alto costo. Tra le sabbie utilizzate in Mesopotamia non ne mancano alcune di origine eruttiva, tipo pozzolana, ben diverse dal punto di vista fisico dalla sabbia o dall'arena in genere. Quest'ultime, infatti, sono una roccia ridotta meccanicamente in minutissimi frammenti dalla erosione eolica o idrica, mentre la pozzolana è una piroclastite incoerente di varia granulometria, costituita da pomici, lapilli e scorie eruttive a forte componente silicea, che trasse il suo nome da Pozzuoli dove abbonda, ma in realtà presente un po' dovunque.<sup>13</sup> In definitiva una deiezione vulcanica pulverulenta, alterata e omogeneizzata dagli agenti atmosferici.

In alto a sinistra: Grosso blocco di calcestruzzo romano

In alto a destra e in basso: Un vecchio forno per produrre la calce arrostando pietre calcaree

12 Cfr. F. RUSSO, *Ingegno e paura. Trenta secoli di fortificazioni in Italia*, Roma 2005, vol. I, pp. 258-63

13 Cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della tecnologia militare*, Roma 2009, vol. I, *Età Classica*, pp. 85-6.



ci, ricca di ossidi di silicio, alluminio e ferro, oltre a percentuali variabili di ossidi di calcio e magnesio. E se mescolando la sabbia con calce ed acqua si produce una sorta di calce artificiale, mescolando la pozzolana ne scaturisce un conglomerato di gran lunga più resistente, idoneo a sopportare enormi sollecitazioni di compressione nonché discrete di trazione, potenzialità quest'ultima non condivisa neppure dai nostri cementi non armati. Tuttavia, la più rimarchevole diversità degli impasti pozzolanici rispetto ai sabbiosi è nella loro capacità di rapprendersi anche sott'acqua, per cui richiedono una minore quantità di calce, risparmio non indifferente nelle grandi costruzioni. Per la nostra tecnologia quanto appena delineato è definito 'effetto pozzolanico',<sup>14</sup> e si manifesta quando la pozzolana reagendo con la calce spenta forma un composto idraulico simile a quelli ottenuti per idratazione del clinker di cemento Portland. Il miscuglio di calce, pozzolana, pietrisco e sabbia, con l'aggiunta abbondante di acqua si trasformava in una massa plastica più o meno fluida, ideale per essere gettata in casseforme dove si rapprendeva. E sebbene la colata attingesse la sua massima solidità solo dopo anni, rappresasi nel giro di pochi giorni già forniva resistenze ragguardevoli.

Il processo chimico-fisico dell'indurimento, ovviamente, restò completamente ignoto ai Romani, come testimonia Vitruvio che scriveva: "esiste un tipo di polvere (*pulvis puteolanus*) che produce spontaneamente effetti stupefacenti... Si raccoglie presso Baia e nelle località circostanti al Vesuvio. Questa polvere, mescolata con la calce e pietrisco, non solo rende saldissimi gli edifici in genere, ma fa sì che anche le gettate fatte nel mare si solidifichino sott'acqua. Sembra che la



ragione sia questa: sotto quei monti vi sono molte terre calde e sorgenti d'acqua e non vi sarebbero se in profondità non vi fossero gran fuochi ardenti di zolfo, di allume e di bitume. Onde il fuoco e il vapore della fiamma, passando attraverso le fessure, rendono quella terra leggera e il tufo che vi si trova è privo di umidità. Per cui, tre sostanze formate in tal modo dalla vio-

14 Cfr. C. G. MALACRINO, *Ingegneria dei Greci e dei Romani*, Verona 2013, pp. 111-138

In alto: Una grande cava di pozzolana nel Lazio  
In basso: Una cava di pozzolana in California



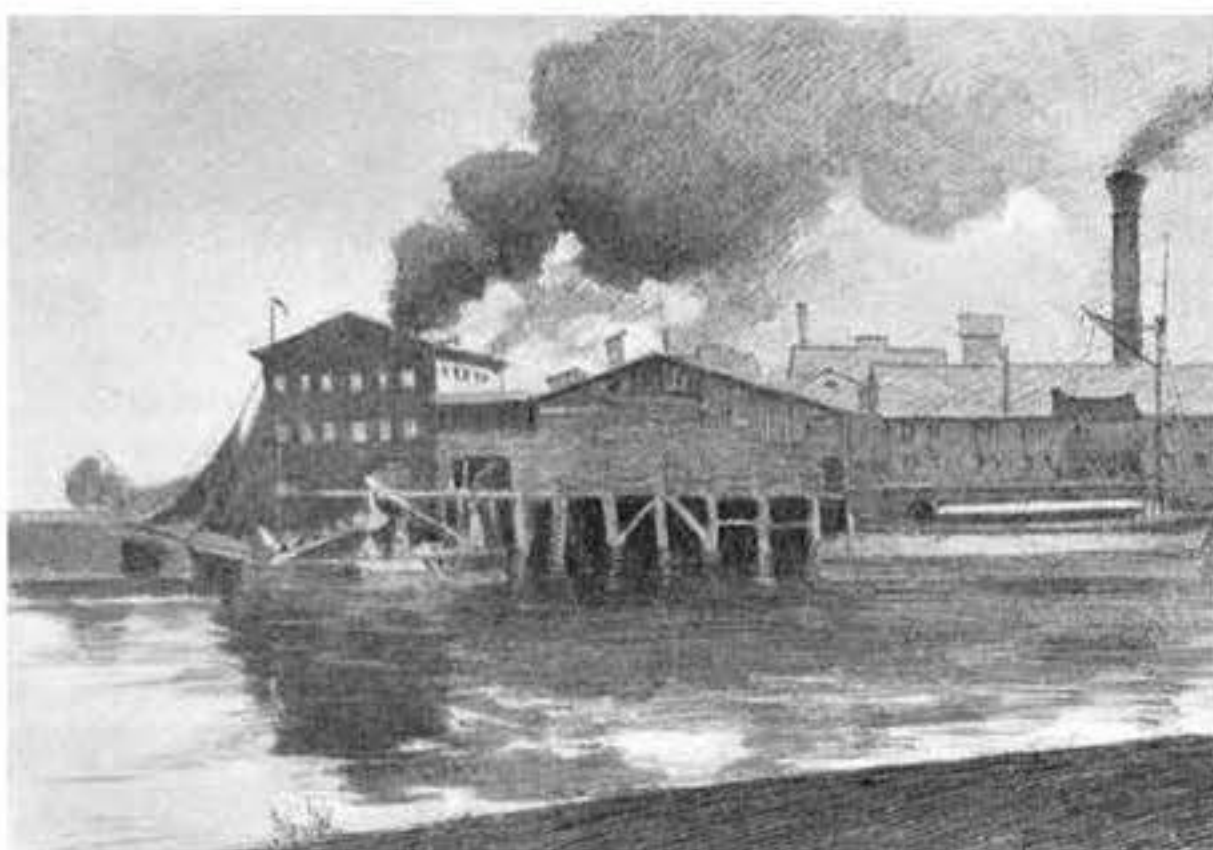






lenza del fuoco se vengono mescolate insieme, assorbono prontamente l'umidità e si uniscono a formare una cosa sola, e rapidamente indurite dal liquido solidificano, e né i flutti né la forza dell'acqua le possono più sciogliere."<sup>15</sup> Anche Plinio ne fa menzione in questi termini: "Chi infatti non si meraviglierebbe nel vedere che... [la sabbia delle] colline di Pozzuoli, oppone resistenza ai flutti del mare in quanto, una volta immersa, diviene un unico blocco di pietra inattaccabile dalle onde e ogni giorno più duro specialmente se vi sia mescolata la pietra di Cuma?"<sup>16</sup>

Dal punto di vista storico risulta estremamente probabile che il debutto del calcestruzzo pozzolanico avvenne nella Magna Grecia, intorno al III secolo a.C., tant'è che le mura di Cosa, costruite nel 273 a.C., 26 hanno il basamento in opera poligonale e l'eleva-



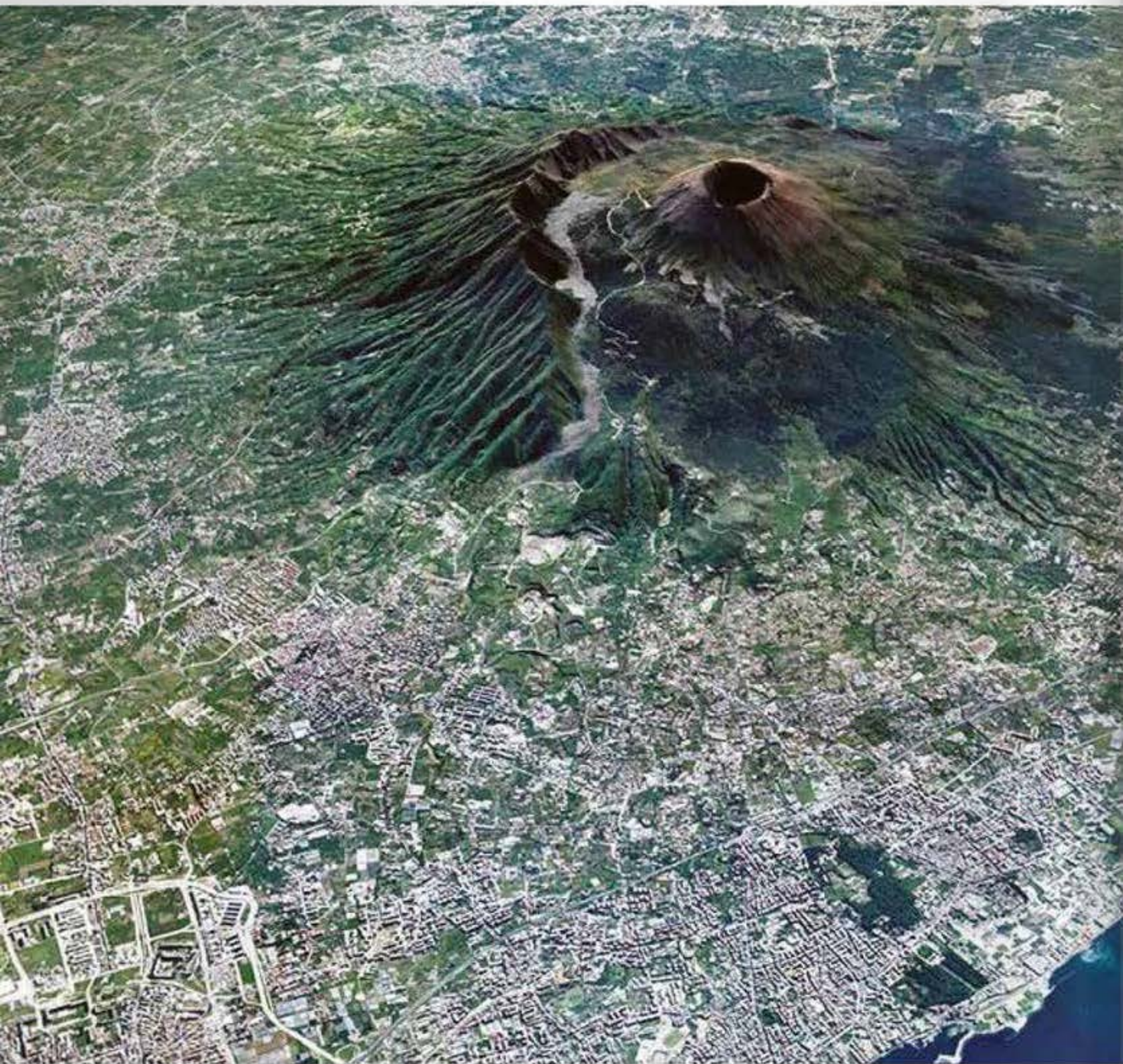
In alto: *Litorale laziale, Torre Astura: sotto il pelo dell'acqua si distinguono i resti delle peschiere di epoca romana costruite con gettate subacquee di calcestruzzo*

In basso: *Stampa ottocentesca che raffigura il cementificio di Portland*  
 Alla pagina a sinistra: *La conservazione di una parte dell'arco di quest'acquedotto romano dimostra il monolitismo del calcestruzzo romano*

15 Da M. VITRUVIO POLLIONE, *De architectura*, lib. II, 6.

16 Da G. PLINIO SECONDO, *Storia naturale*, lib. XXXV, 47.









to in conglomerato cementizio. Nel 273, pertanto, non solo si disponeva della rivoluzionaria tecnica ma se ne nutriva ormai una tale fiducia da utilizzarla persino nella fortificazione. Tuttavia in quell'ambito cronologico per potere sfruttare sistematicamente l'*opus caementicium* occorreva disporre liberamente delle cave di pozzolana, facoltà che fu conseguita soltanto sul finire di quel secolo con la conquista della Campania. Da quel momento e per un lungo periodo, anche per costruzioni da erigersi a centinaia di km di distanza si fece incetta della preziosa *harena fossica*, così correntemente definita per distinguerla dalla più comune *harena maris*, estraendola dalle cave di *pulvis putuelanus*. Col tempo si appurò con certezza che l'intero bacino laziale e poi quasi l'intera Italia centrale ne erano a loro volta ricchissimi, per cui il calcestruzzo pozzolanico si adottò senza alcuna restrizione, pervenendo rapidamente al suo ottimale dosaggio per il suo più conveniente impiego.

A sinistra: Veduta aerea del Vesuvio e dei paesi insediati tra i suoi piedi e la riva del mare

In alto: Le mura poligonali di Cosa, completate superiormente da elevato in calcestruzzo







Decennio dopo decennio, i progettisti romani se ne servirono per strutture sempre più ardite superando, paradossalmente, soprattutto l'ostilità derivante dall'essere quella nuova tecnica vista quale alternativa povera della pietra, finendo per imporla come tecnica edilizia per antonomasia. Poiché, come accennato, il miscuglio appena confezionato era fluido, al pari dell'odierno calcestruzzo cementizio doveva necessariamente essere colato o costipato in apposite casseforme. Diversamente da noi, però, raramente quest'ultime si realizzavano con tavoloni di legno, ma con due paramenti in muratura destinati a integrarsi con la gettata, da cui la definizione generica di opera a sacco, che in base alla precipua tipologia dei paramenti trasse il nome specifico. Pertanto quando realizzata tra blocchetti di pietre irregolari si chiamò *opus incertum*, di pietre quadrate *opus reticulatum*, tra muri di mattoni *opus latericium*, di tegole smarginate *opus testaceum*, tra paramenti reticolati con ammorsature in mattoni, *opus mixtum*, tra corsi alternati di laterizi e blocchetti di tufo *opus vittatum*, tra telai di legno *opus craticium*, tanto per citare le principali maniere il cui nucleo, al di là della parvenza esteriore, restava sempre e comunque il medesimo solidissimo calcestruzzo. Va osservato al riguardo che la funzione dei paramenti non si riduceva a quella di mera cassaforma poiché fornivano un saldo sup-

porto statico per tutto il tempo dell'indurimento. E forse proprio per agevolarne il rapprendersi, le colate si effettuavano a strati con corsi orizzontali, e grazie all'abbondante impiego di malta, il conglomerato si trasformava in un monolito artificiale, processo che l'introduzione dei mattoni bipedali velocizzò ulteriormente, rendendo l'*opus latericium* il più utilizzato.

Una interessante conseguenza di quanto appena delineato, peraltro scarsamente conosciuta, fu che tanto gli archi che le volte ottenute con gettate di calcestruzzo, ebbero soltanto l'apparenza e non la statica degli archi e delle volte propriamente detti. L'acquisizione di una saldezza monolitica al termine del processo di solidificazione infatti, al di là della loro connotazione formale, li rendeva del tutto analoghi a delle piattabande o a dei colossali coperchi, annullando qualsiasi spinta laterale. La cupola di S. Pietro e

In basso: Ruleri della cupola del tempio di Diana di Baia: evidente il suo monolitismo

Alla pagina a sinistra

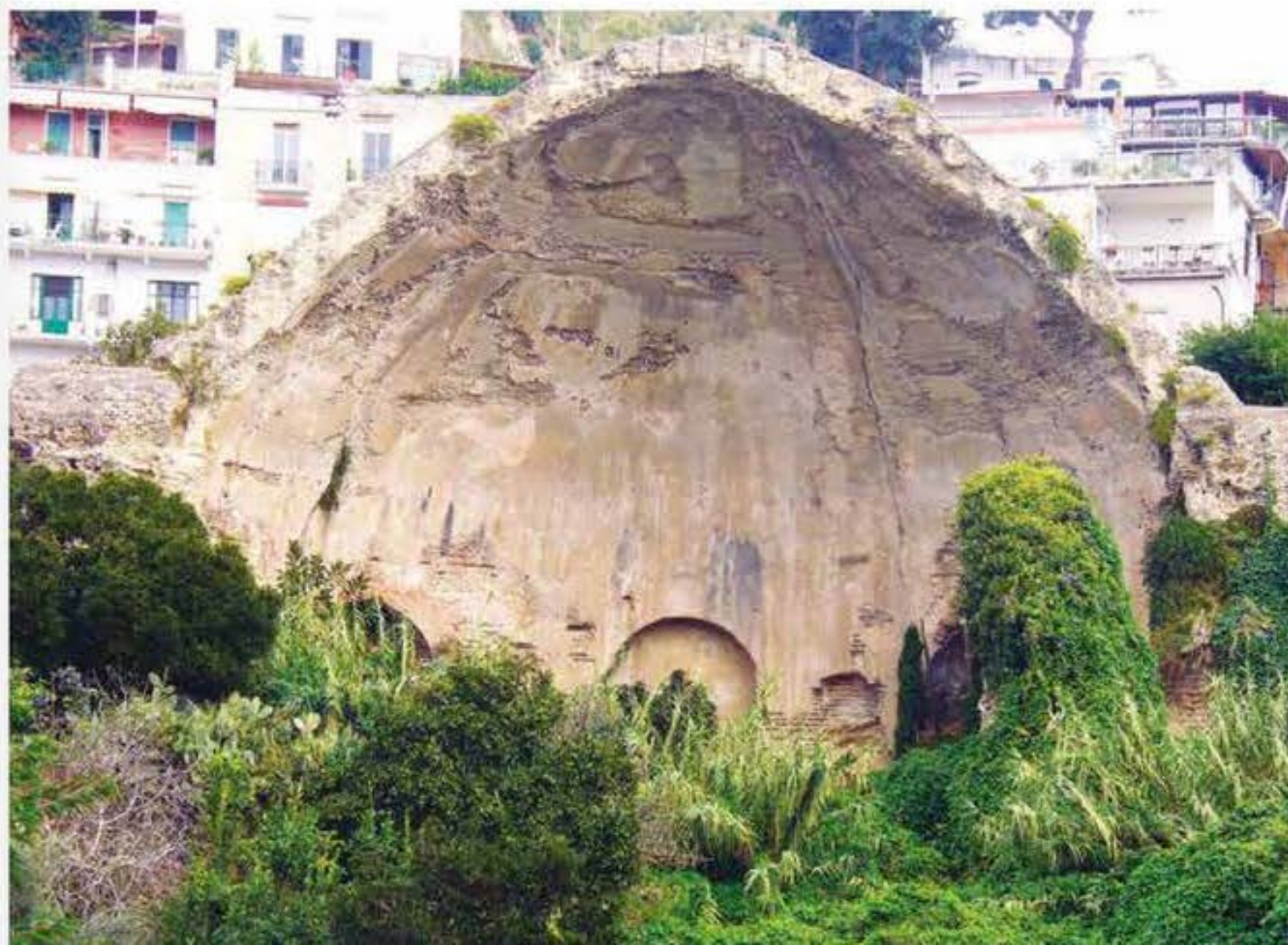
In alto a sinistra: Frammento murario in *opus incertum*

Al centro: Frammento murario in *opus reticulatum*

In alto a destra: Frammento murario in *opus latericium*

In basso a sinistra: Frammento murario in *opus mixtum*

In basso a destra: Frammento murario in *opus craticium*











quella del Pantheon dal diametro pressoché uguale di 43 m, sono talmente diverse dal punto di vista statico che la seconda è affine soltanto al monolito che copre la tomba di Teodorico. Testimoniano questa singolare caratteristica gli archi e le volte spezzati che conservano tuttavia significative parti in aggetto, che mai potrebbero mantenersi nei veri archi e nelle vere volte! Circa i settori d'impiego, non è casuale che tra le maggiori applicazioni dell'*opus latericium* spicchi in Roma una costruzione militare, categoria edile nella quale vigevano minori pregiudizi estetici e sociali per il suo utilizzo: Tiberio, infatti, se ne servì per la costruzione del recinto del Castro Pretorio (2123 d.C.), un grande accampamento per i pretoriani, blandamente for-

tificato. Nei secoli precedenti, proprio nella realizzazione dei *castra* si era affermato il calcestruzzo sebbene tra paramente in genere in opera incerta o reticolata. Di simili se ne rintracciano alquanti anche nell'Italia centromeridionale, come quello di Albano, presso Roma, o come quello di Alife, presso Caserta dal perimetro ancora integro. Nessuna meraviglia pertanto che il calcestruzzo proprio nelle fortificazioni risolse due limiti altrimenti insormontabili, il cui criterio informatore troverà nel calcestruzzo armato un completamento nelle barre di ferro interne. Il binomio cemento-ferro, da cui la denominazione di cemento armato, indica una realtà tecnologica ormai capillarmente presente in ogni nostro ambito esistenziale, tanto da potersi a ragione reputare imprescindibile. Da qui, senza dubbio, per la corruzione connessa con le grandi opere non altrimenti realizzabili e non di rado assolutamente inutili o superflue, la triste reputazione di supporto di scempi ambientali, di

In alto: La cerchia muraria in opera quasi reticolata di Alife, Ce  
Alla pagina a sinistra: Veduta aerea della grande cupola del Pantheon di Roma

























Nelle pagine precedenti  
La prima: *Interno della cupola di San Pietro. Foto di Giorgio Alaia*

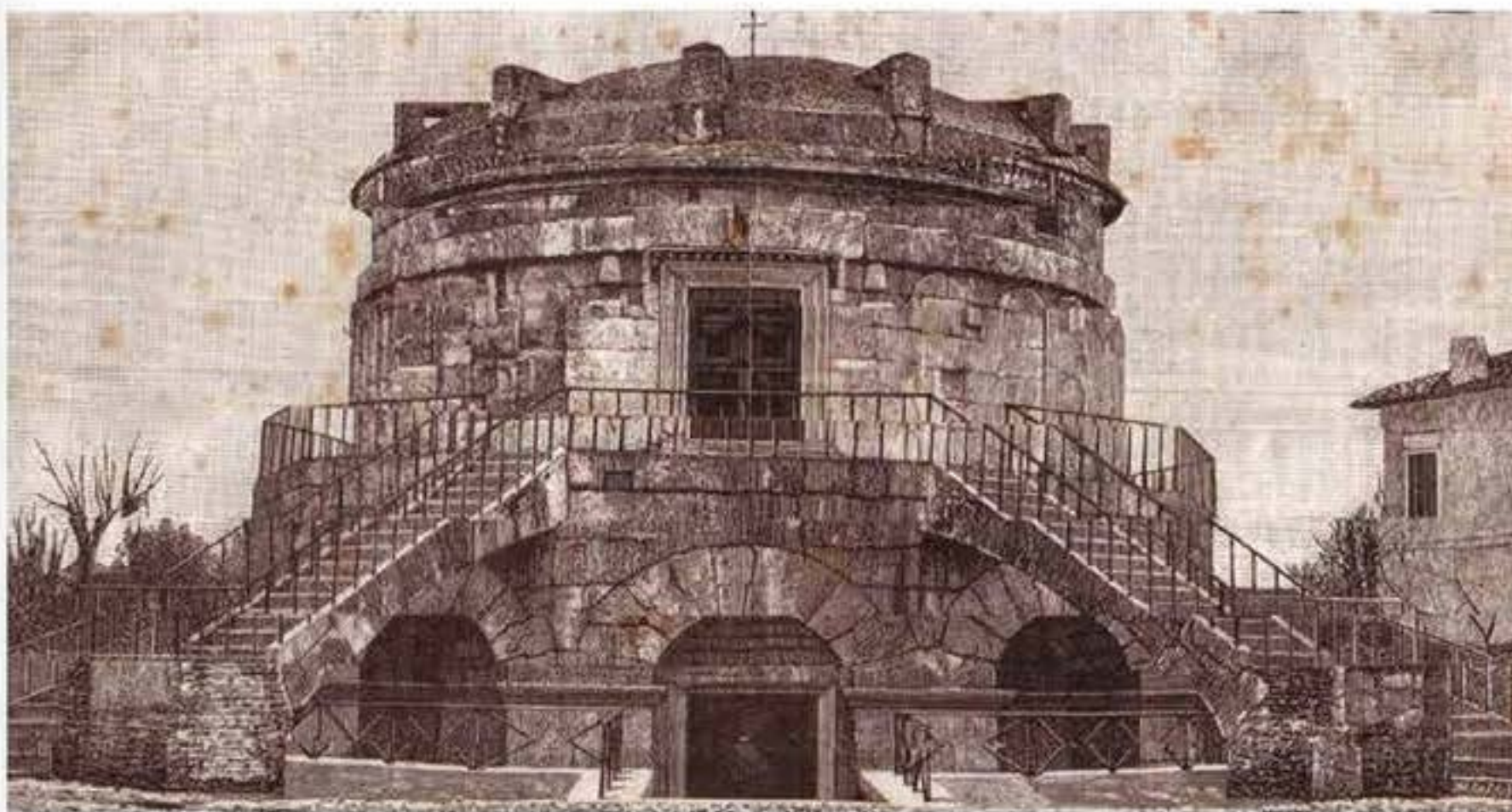
La seconda: *Interno della cupola del Pantheon. Foto di Giorgio Alaia.*

Alla pagina a sinistra: *Ravenna, Mausoleo di Teodorico*

In questa pagina

In alto: *Lo stesso in una foto aerea obliqua*

In basso: *Ancora il mausoleo in una antica stampa.*







vaste speculazioni, di turpe volgarità architettonica e, non ultima, di orgogliosa presunzione di eternità! Supposizione ingiustificata che sempre più spesso sta oggi dimostrando la sua utopica concezione: del granito perciò il cemento armato può possedere la compattezza, ma non certo la longevità, come a lungo si è creduto e voluto far credere! Il ferro, che ne è lo scheletro, ne è anche la sua mortale malattia, soggetto perché tale ad ossidarsi e a degradarsi nell'arco di un secolo se non pure meno, contrariamente dal conglomerato cementizio romano confermatosi immune al tempo.<sup>17</sup>

Dal punto di vista storico, come molti sanno, l'invenzione del cemento armato risale alla metà dell'800, quindi in largo anticipo rispetto alla Grande Guerra e perciò apparentemente estranea ai suoi apporti tecnologici.<sup>18</sup> Ma, come invece non molti sanno, fin quasi all'esplosione del conflitto, si nutrì nei confronti del cemento armato, se non proprio una esplicita repulsione, una indubbia e malcelata diffidenza. Solo negli anni '20, grazie alle evidenti doti di resistenza,

17 Cfr. C. G. MALACRINO, *L'ingegneria...*, cit., pp. 111 e ss.

18 Cfr. A. BRENCIHI, *Le origini del cemento armato: una breve rassegna storica*, pubblicazione on line del DISEG Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica.

In alto: Danni prodotti nel cemento armato dalla ossidazione del ferro. Alla pagina a destra: Ossidazione dei pannelli d'acciaio di chiusura di un moderno edificio

flessibilità formale ed economicità di realizzazione che le numerose opere militari e l'ampia gamma di fortificazioni avevano dimostrato e ribadito nel corso del conflitto, quel curioso pregiudizio in breve volgere inizierà a mutare, trasformandosi in pochi anni in una adozione diffusa e tronfia. Paradossalmente anche allora, dopo essersi imposto nell'edilizia, l'anzidetto ribrezzo estetico non svanì affatto tant'è che le strutture portanti in cemento armato finirono sempre nascoste nello spessore delle tradizionali murature.<sup>19</sup> Uno scheletro repellente racchiuso in un corpo attraente!

Giustamente Pier Luigi Nervi, 1891-1979, definiva il cemento armato: "il più bel sistema costruttivo che l'umanità abbia saputo creare

fino ad oggi. Il fatto di poter creare pietre fuse, di qualsiasi forma, superiori alle naturali perché capaci di resistere a tensione, ha in sé qualcosa di magico... Se si aggiungono l'alta capacità di resistenza a carichi di compressione, la indeteriorabilità agli agenti atmosferici, la facilità esecutiva ed infine il relativo basso costo, si vede come il cemento armato è veramente il più interessante materiale costruttivo di cui l'umanità oggi dispone".<sup>20</sup> A patto, però, che scaturisse da un progettista del livello! Eppure neanche così quell'entusiastica affermazione può essere oggi pienamente condivisa, poiché: "l'alto inquinamento atmosferico, che caratterizza gran parte delle città italiane e la non rara cattiva esecuzione, conferiscono ai conglomerati cementizi una durabilità relativamente bassa. La causa più frequente di degrado è l'alto tenore di CO<sub>2</sub> presente nell'atmosfera, essa infatti, in presenza di un manufatto ad alta porosità, penetra all'interno del calcestruzzo, carbonatandolo. Tale trasformazione, causando una riduzione del Ph verso zone acide, depassiva i ferri di armatura e può innescare il processo corrosivo."<sup>21</sup>

19 Cfr. L. SANTARELLA, *Prontuario del cemento armato. Dati e formule per rendere più spedito lo studio ed il controllo dei progetti di massima nelle strutture più comuni*, Milano 1929; ed anche L. SANTARELLA, *Il cemento armato. La tecnica e la statica*, vol. I, Milano 1955, pp. 6-7.

20 Da P. L. NERVI, *Scienza o arte del costruire*, Milano 1945.

21 Da N. RUGGIERI, *Opere di Pier Luigi Nervi in Italia: problemi di degrado e di restauro*, tesi di laurea 8 aprile 1998, pubblicazione on line.





### *L'acciaio inossidabile*

Una lega di ferro e carbonio, in opportune proporzioni che per il carbonio non devono superare il 2.06%,<sup>22</sup> esalta la durezza del metallo, e lo trasforma in acciaio rendendolo praticamente indispensabile in ogni produzione, al punto da far ritenere che senza il suo apporto non sarebbe stata possibile la Rivoluzione Industriale. Disgraziatamente, l'acciaio al pari del ferro è facilmente soggetto alla corrosione,

che si manifesta inizialmente con un sottile strato di ossido comunemente definito ruggine, che col passar del tempo attacca il metallo sempre più profondamente sino a disgregarlo del tutto. L'aggiunta all'anzidetta lega di altri componenti, tra i quali in particolare il cromo, determinano nella stessa la capacità di resistere alla corrosione, grazie alla passivazione superficiale. Sull'acciaio, in pratica, si forma un sottile strato di spessore infinitesimale, che funge da barriera per gli elementi chimici esterni che altrimenti potrebbero facilmente aggredirlo. L'acciaio così ottenuto viene genericamente definito inossidabile o semplicemente inox. In

22 Cfr. M. PUZZLE, *Elementi di scienza dei metalli*, 2014.





realtà più che di una precisa lega si tratta di una vasta gamma con differenti caratteristiche metallurgiche, tutte però accumulate dall'essere immuni dall'ossidarsi sia a contatto con l'acqua che con vari agenti chimici. L'ambito di oscillazione delle componenti di tali leghe sono dell'ordine del 1,2-2,6% per il carbonio e dell'11-12% per il cromo privo di propri legami con il carbonio, percentuale quest'ultima tassativa non verificandosi l'anzidetta passivazione al di

fuori di quei titoli. Dal punto di vista storico, l'invenzione dell'acciaio inossidabile va ascritta all'inglese Harry Brearly di Sheffield, 1871-1948, un ricercatore dei laboratori dell'acciaieria *Firth Brown*, che ne elaborò le caratteristiche giusto un secolo fa per l'esattezza nel 1913.<sup>23</sup>

La vicenda che lo portò alla straordinaria invenzione prese l'avvio dall'incarico che il tecnico ebbe di studiare come evitare che le canne dei fucili si arrugginissero rapidamente ed erodessero persino più velocemente per l'attrito ed il calore a cui erano sottoposte. Brearly iniziò perciò ad indagare sulla struttura microscopica del metallo con cui

si fabbricavano le canne, sottoponendolo ad un trattamento a base di acido nitrico. Fu allora che si accorse che le leghe contenenti una maggiore percentuale di cromo, resistevano meglio di tutte le altre alla corrosione ed alla ossidazione, per cui i suoi esperimenti finirono per concentrarsi sulle stesse, variandone il titolo delle diverse leghe che realizzava allo scopo, verificandone poi con l'acido nitrico e poi anche con quello citrico ed acetico la resistenza. Scoprì così che un provino di acciaio al 13-13% di cromo e con lo 0,25% di carbonio non si arrugginiva se esposto all'umidità atmosferica e alla pioggia. Soltanto in seguito si capì la giusta spiegazione del fenomeno, mentre nel frattempo si incrementò a dismisura l'impiego di quella pregiata lega. In inglese quella singolare proprietà fu definita *stainless*, ovvero refrattaria agli agenti atmosferici e più in generale ai fattori ossidanti. È interessante osservare che, pur trattandosi della formazione di una sottilissima pellicola sulla superficie dell'acciaio, al cromo la sua scalfittura, per esempio dovuta al taglio, determina il formarsi rapidissimo di una nuova pellicola, per cui non è errato parlare di una protezione auto cicatrizzante.

Volendo sinteticamente ricordare quali furono le prime applicazioni degli acciai inossidabili, se ne trova traccia già sul finire del 1912, in Germania, segno che la ricerca britannica di Brearly aveva un corrispettivo anche sul continente, in particolare negli stabilimenti della Krupp dove furono usati per la costruzione di camicie per le bocche da fuoco e valvole di scarico dei motori a combustione interna.

<sup>23</sup> Cfr W. NICODEMI, *Introduzione agli acciai inossidabili*, 2ª ed., Milano 2003.



## Le case prefabbricate

La prefabbricazione, che oggi costituisce una delle branche più importanti dell'edilizia residenziale, trae la sua ragione d'essere dal minor costo a parità di volume realizzato, differenza che scaturisce dall'essere più semplice e rapido costruire una casa in una apposita fabbrica invece che direttamente sul terreno. Il risparmio principale avviene sul tempo, essendo il lavoro di cantiere propriamente detto poco meccanizzabile, scarsamente prevedibile e, soprattutto, in nessun modo standardizzabile. Nella prefabbricazione, invece, questi inconvenienti vengono sempre risolti, per cui un edificio, già risultato di tecniche tradizionali e di impostazioni discrezionali, si trasforma in un prodotto seriale assemblato in sostanza con la medesima procedura adottata per le automobili. E come nel caso di quest'ultime il grande numero di costruzioni similari ne abbassa i costi ed i tempi di approntamento, a scapito però dell'originalità dell'edificio, ovvero della sua concezione architettonica rendendolo un prodotto certamente tecnico ma, non di rado, a forte contenuto artistico. Spesso, poi, coincidendo le connotazioni formali con le

motivazioni e le aspirazioni dei proprietari, assurgono a loro manifestazione esteriore più vistosa e significativa. Certamente, restando ancora alla equiparazione con le automobili, è possibile con lievi interventi ottenere alquanto varianti, che meglio si adattano alle particolari esigenze, ma il modello di base resta pur sempre identico per tutti.<sup>24</sup>

Ciò premesso, occorre fare una prima e netta distinzione tra la prefabbricazione integrale, piuttosto rara, e la parziale di gran lunga più frequentemente adottata. La prima si estende a tutte le parti che compongono un edificio, rendendolo perciò un prodotto realmente seriale nella sua interezza. La seconda, invece, si limita soltanto ad alcuni suoi particolari elementi quali, ad esempio, le porte interne e gli infissi esterni in genere, le scale ed i solai, i caminetti e con crescente frequenza anche interi blocchi bagno e cucina, che vengono inseriti già completi di tutti gli impianti, le porcellane sanitarie e le rubinetterie. Ne deriva una sorta d'inversione di approntamento: non sono le componenti prefabbricate ad adattarsi alle dimensioni riservate nella costruzione, ma quest'ultime alle loro misure.

Una seconda e altrettanto precisa distinzione tra le abitazioni prefabbricate va fatta in relazione al loro specifico criterio costruttivo. Se ne costruiscono, infatti, a scheletro

In basso: *Moderna casa unifamiliare prefabbricata in legno*

Alla pagina a sinistra

In alto: *Canne di un fucile da caccia ottenute in acciaio inossidabile*

In basso: *Moderno piano di cottura realizzato in acciaio inossidabile*

24 Cfr. G. M. OLIVERI, *Prefabbricazione o metaprogetto edilizio*, Milano, 1968.







metallico e tamponature in materiali di varia natura, dal legno al cemento, di maggiore o minore capacità coibentante; a scheletro portante, con telai che possono a loro volta essere metallici o lignei, con pannellature esterne in lastre metalliche; a pannelli portanti senza alcun tipo di intelaiatura interna, per ricordare i sistemi più diffusi. Di ciascuna tipologia, poi, esistono varianti numerose, per cui la gamma ormai appare estremamente ampia e articolata, e in costante proliferazione, anche soltanto per il semplice 'contenitore', ostentando diversificazioni di gran lunga maggiori per le parti interne. La tendenza in corso è quella di incrementare e differenziare maggiormente la compo-



nentistica, consentendo così con le tante possibili combinazioni realizzazioni più adeguate alle distinte esigenze e perciò più apprezzabili e gradite, oltreché ovviamente molto più economiche.

Sebbene il cemento armato abbia avuto, e continui ad avere, un rilevante ruolo nella realizzazione di costruzioni prefabbricate, specialmente per quelle cosiddette pesanti, è il legno che almeno agli inizi monopolizzò la tecnica. Il sistema, del resto, contemplava la costruzione più che di case propriamente dette di baracche abitabili, composte da un piano terra e, meno frequentemente, anche da un primo piano. Si trattava di costruzioni destinate a ricovero di emergenza e di breve durata, da erigersi pertanto in tempi ristrettissimi laddove le condizioni di impervia viabilità, di scarsissima disponibilità dei materiali e, soprattutto, di inclemente meteorologica impedivano l'adozione di tipologie più confortevoli e, più ancora, l'impianto di un cantiere per strutture murarie. Condizioni verificatesi in montagna nel corso della Grande Guerra, non bastando ai soldati il ricovero nella leggera tenda e non essendo neppure pensabile per la reazione nemica, per l'inaccessibilità dei luoghi e per l'urgenza del bisogno, costruire nella maniera tradizionale. Un suggestivo parallelo politico fu espresso dal ministro Marcello Soleri, quando in un suo discorso affermò che: "L'Italia fu costruita fra le bufere della Storia, come le case degli alpini fra quelle delle Alpi..."<sup>25</sup> Da ex ufficiale alpino, conosceva bene quelle costruzioni più o meno approssimate, che avevano permesso a



In alto: Scala in cemento armato prefabbricata  
In basso: Solettone in cemento armato prefabbricato

Alla pagina a sinistra

In alto: Casa prefabbricata in legno di due piani di rilevanti dimensioni  
In basso: Moderna baracca prefabbricata in legno e acciaio coibentato

<sup>25</sup> La citazione è tratta da S. GAMBAROTTO, E. RAFFAELLI, *Alpini. Le grandi imprese. Storia delle Penne Nere*, Treviso 2009, pp. 36-3.



tanti suoi commilitoni di resistere aggrappati alle Alpi, anche nei peggiori inverni. E se alcune di loro, le prime in ordine cronologico, altro non furono che delle approssimate baracche spesso costruite con semplice cartone catramato, quelle più recenti ebbero i connotati di vere case prefabbricate di legno, tant'è che finita la guerra si smontarono e si riaggregarono a valle per fornire alloggio ai tanti sfollati che avevano perso le loro abitazioni per i combattimenti. Decine di casette in legno prefabbricate, ad esempio, furono sistemate nel corso della prima Fiera Campionaria di Milano svoltasi tra il 12 ed il 27 aprile del 1920, sui Bastioni che da Porta Venezia si susseguono fino a porta Garibaldi, utilizzando una superficie complessiva di circa 15.000 m<sup>2</sup>, dopo che avevano già ospitato i profughi di Caporetto. La validità di tali alloggi, solo in apparenza provvisori ed effimeri, in breve migliorò notevolmente avviando in tal modo una vera industria della casa prefabbricata che facendo tesoro dell'esperienza bellica produsse abitazioni di notevole qualità, eccellenza confermata pure dal parere di numerosi esperti forestieri incaricati di valutarle. L'anno successivo la fiera raddoppiò la sua area, dando accoglienza a quasi 2000 espositori, di cui 644 stranieri, e le case prefabbricate riscosero nuovi consensi. Volendone meglio tratteggiare la storia, come in precedenza ricordato anche le case in legno prefabbricate non furono inventate per la guerra e neppure durante la guerra, ma lì e nei suoi terribili inverni alpini ebbero il collaudo più severo e convincente, quasi un vera e decisiva nuova progettazione. Dal punto di vista meramente cronologico risale al 1833 l'iniziativa di un carpentiere inglese, tal Herbert Mamming, di realizzare in Australia mediante i moduli prefabbricati, inviati per nave, la costruzione rapida ed economica di abitazioni residenziali. In Austria qualcosa del genere debuttò nel 1910 durante una mostra sulla caccia, tenutasi a Vienna, con una casetta prefabbricata di Wenzel Hartl che fu chiamata appunto *Jagdhaus*, casino di caccia, da utilizzarsi appunto nella zona prealpina. Ma fu col celebre architetto Walter Gropius che nell'esposizione mondiale di Stoccarda del 1927 comparvero le prime vere case prefabbricate in serie, e già pronte per il montaggio, tant'è che lo stesso progettista fondò pochi anni dopo una delle prime fabbriche del genere negli Stati Uniti.<sup>26</sup>

Fra le due date, 1910-'27, si collocano le case prefabbricate in legno degli Alpini che contribuirono con le loro verifiche e modifiche al successivo diffondersi del criterio, attualmente molto diffuso in particolare in chiave antisismica.

26 Circa l'attività di Walter Gropius e del Bauhaus, cfr. L. BENEVOLO, *Storia dell'architettura moderna*, Bari 1966, vol. II, pp. 564-95.

## Il geofono

Lo scavo delle gallerie da mine, implosive o esplosive che fossero, (le prime fino all'avvento delle polveri piriche le seconde dopo) per la percussione degli utensili impiegati, piccone e gravina, produceva un discreto rumore che svaniva alla distanza di alcuni metri. Con opportuni strumenti, però, poteva essere percepito, svelando così sia l'adiacenza della mina e della sua direttrice di avanzamento, sia la sua imminente attivazione tradita dall'improvviso cessare di quei rumori, segnale perciò temutissimo. Nella Grande Guerra tali strumenti furono definiti *geofoni*, microfoni meccanici simili a dei grossi stetoscopi, e poi elettrici, detti propriamente *sismomicrofoni*, capaci entrambi di captare rumori a frequenze bassissime scarsamente percepibili, o non percepibili affatto dal semplice orecchio umano quando di frequenza ancora minore, definite in tal caso infrasoniche. Il geofono riusciva anche in quest'ultimo caso tramite opportuni amplificatori a rendere quei suoni udibili più o meno intensamente, a seconda della vicinanza della sorgente.

Uno strumento del genere consisteva in: "una cassetta di legno di essenza forte che nell'interno contiene essenzialmente un ambiente pieno di mercurio e, ad esso adiacente una camera d'aria la quale è in comunicazione con un tubo auricolare. Poggiando la scatola di legno, l'energia sonora passa dal suolo alla camera d'aria attraverso le vibrazioni cui soggiacciono sia il legno sia il mercurio; la colonna d'aria della relativa camera e dell'auricolare entra così in vibrazione ed eccita l'udito di chi sta in ascolto."<sup>27</sup>

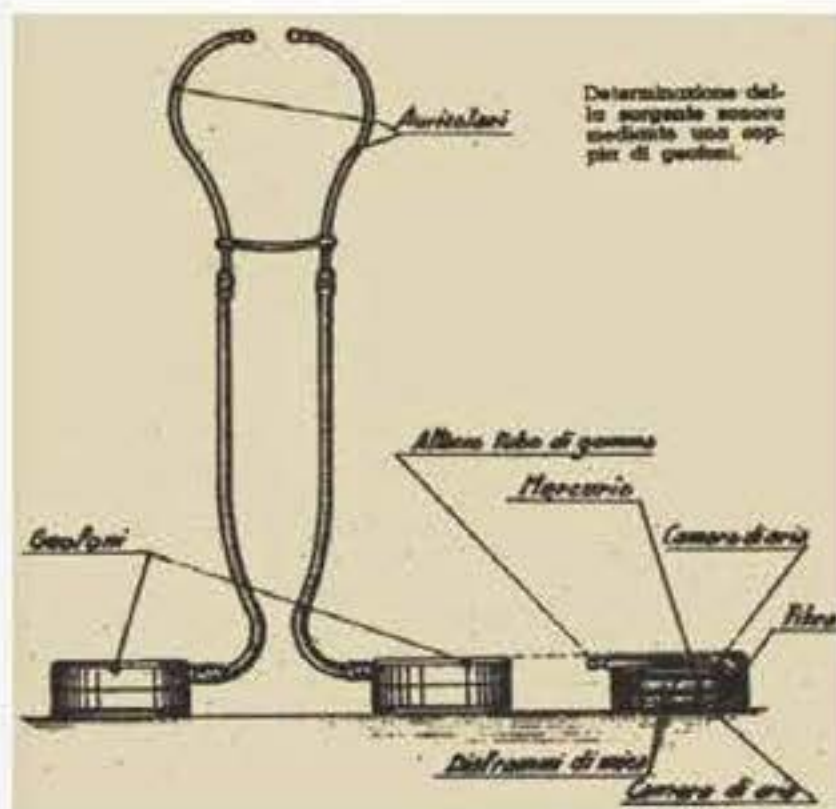
Quanto alle prestazioni di quel rudimentale strumento, venivano stimate circa doppie di quelle del normale udito: "un martello perforatore (a seconda della natura della roccia) si sente fino a 150 m; la mazzetta battente sul pistoletto a circa 80m; il piccone a 60 m; le parole fino a 20 m. Per determinare la direzione della sorgente sonora si ricorre ad una coppia di geofoni ciascuno collegato ad un auricolare in guisa da poter effettuare l'ascoltazione con ambo le orecchie... Per l'ascoltazione direzionale si tengono i geofoni a non oltre 60 cm di distanza e si ricerca la posizione che annulla la differenza di fase del suono".<sup>28</sup>

È evidente che disporre delle file di lamiere o di recipienti metallici anticipava l'uso del doppio geofono, indicando perciò anche la direzione dello scavo nemico in maniera del tutto analoga, rendendo per di più percepibili anche gli infrasuoni. Forse è in questa ultima potenzialità uditiva la spiegazione della capacità, in più occasioni rivelata da molti ani-

27 Sull'argomento cfr. E. GATTA, *L'ascoltazione nella guerra sotterranea*, in *Sapere*, n°82 Milano 1938, p. 338.

28 *Ibidem*, p. 338.





mali, di prevedere i terremoti! Va al riguardo osservato che il suono in terreni compatti viaggia a una velocità quasi 10 volte superiore che in aria, e di più ancora se rocciosi, per cui, anche quando percepibile, giunge prima e meglio, ai geofoni che alle orecchie. Il che spiega l'attuale adozione in sismologia, in vulcanologia e in geologia.

Il criterio informatore del geofono, come tanti altri, ai giorni del Col di Lana<sup>29</sup> non era da tempo un'assoluta novità, ritrovandosene menzione nelle rievocazioni degli sto-



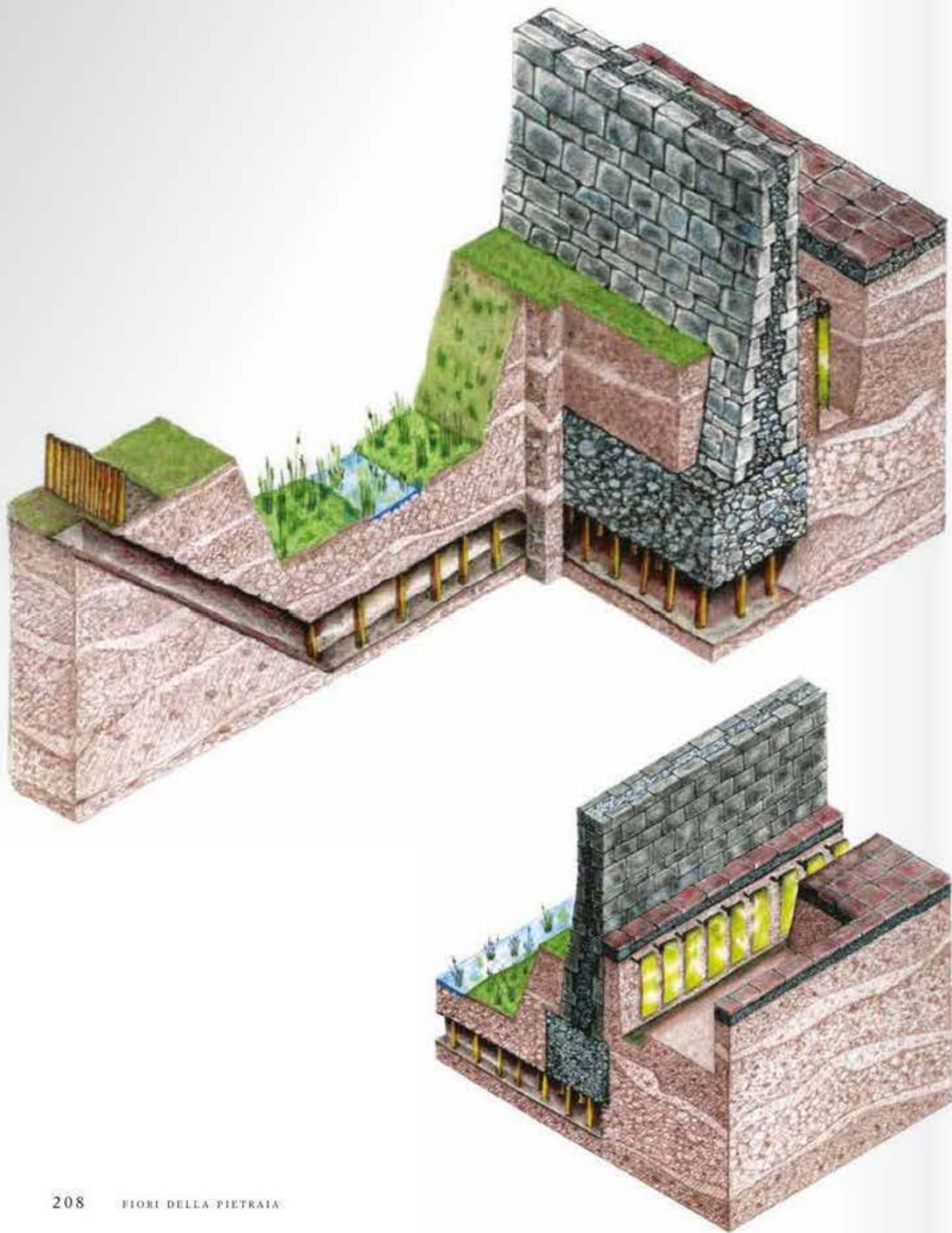
29 Sulle esperienze relative all'impiego della gelatina prodromiche all'esplosione che il 17 aprile 1916 con 5 t fece saltare la cima del Col di Lana, cfr. *Esperienze di mina eseguite in alcuni forti in costruzione con esplosivi a base di nitroglicerina della fabbrica di Avigliana*, in *Rivista artiglieria e genio*, vol. I, Roma 1886, pp. 578-594.

In alto a sinistra: *Disegno schematico che raffigura un geofono da minatore*  
In alto a destra: *Geofono utilizzato per accertamenti vulcanologici sul Vesuvio*

In basso: *Grafico che illustra l'utilizzo dei geofoni nella guerra di mina dal 1915 al 18.*









rici a partire dal V sec. a.C. e funzionava per risonanza. Così in merito prosegue la narrazione di Polibio sull'assedio di Ambracia: "Ma quando il suo cumulo divenne comunque visibile, i soprintendenti alla difesa fecero scavare una trincea interna corrente alla base del muro. Raggiunta la profondità opportuna, posero lungo la trincea dal lato del muro, dei vasi, [o dei fogli di lamiera] di rame molto sottili, come dei bacili; comminando nella trincea vicino ad essi, sentivano il rumore prodotto da quelli che scavano la mina. Notata la direttrice dal vaso che più risuonava, scavarono un altro cunicolo per intercettare il nemico".<sup>30</sup> Stando ad alcune fonti, il dispositivo consisteva in una serie, quasi continua, di sottili vasi di rame o bronzo, disposti in una trincea aperta lungo il piede interno del muro di cinta; secondo altre in sottili strisce di lamiera di bronzo, sospese una a fianco all'altra lungo la stessa trincea, come panni stesi ad asciugare. Quali che fossero, meglio se di bronzo per la nota sonorità, ricevendo le vibrazioni dal perno di sospensione, trasformandole in ronzio, notificavano ai tecnici l'adiacenza della mina. Anche allora non fu una novità, dal momento che Erodoto<sup>31</sup> tratteggia qualcosa di simile all'assedio di Barca nel 512 a.C., allorquando un oscuro fabbro si avvale di scudi appoggiati al muro.<sup>32</sup>

## L'orologio da polso

La nostra attuale vita è costantemente scandita dal trascorrere del tempo, segnato e ricordato da miriadi di orologi di qualsiasi tipologia, dimensione e collocazione: di tutti il più presente e consultato è quello fissato con un cinturino sul polso. Paradossalmente quel tipo di orologio fu nella sua fase iniziale pensato e realizzato per un impiego esclusivamente femminile, adeguandosi e a volte trasformandosi abbastanza bene in una sorta di prezioso bracciale. La destinazione trovò la sua ragion d'essere nella moda che privava, e continua a farlo, gli abiti del gentil sesso di tasche, essendo al loro interno che gli uomini riponevano il loro orologio, non a caso definito 'da tasca', vincolato ad una apposita catenella. Il passaggio dall'orologio da tasca a quello da polso avverrà soprattutto in ambito militare durante la Prima guerra mondiale, allorquando alcuni ufficiali si resero subito conto dell'estrema praticità del secondo in circostanze che non consentivano di gingillarsi con la catenella e lo scatto di chiusura della tradizionale tipologia. Nacque-

ro così quelli che vennero definiti orologi da battaglia, che consentirono anche ai soldati meno abili di procurarsene un esemplare, caratterizzato dall'aver delle lancette abbastanza grandi e coperte di fosforo, con il vetro protetto spesso da una griglia, ideali per sincronizzare le operazioni d'assalto e i tiri dell'artiglieria. Per la grande esigenza, molte fabbriche si dedicarono alla loro produzione seriale, consentendo in tal modo di studiarne e adottarne significative migliorie. L'orologio da polso, e prima di lui quello da tasca, facevano parte dei cosiddetti orologi portatili, preceduti da quelli mobili, macchine cioè in grado di funzionare anche durante un eventuale spostamento su di un mezzo di locomozione terrestre o navale che fosse. Va ricordato, infatti, che sebbene l'orologio meccanico sia stato inventato e costruito intorno al XIII secolo, occorsero oltre duecento anni perché la sua indicazione si potesse avere anche durante i viaggi, e quasi quattrocento perché fosse precisa.

Nella prima metà del 1200 l'orologio meccanico fece il suo debutto e comunicò per la prima volta in modo collettivo ed indipendente dalla visibilità del sole la quantità di giornata trascorsa. L'aggiunta della suoneria, per lo più ottenuta con rintocchi di campane, ne ampliò la percezione, consentendo di conoscere l'ora anche a chi intento al lavoro nei campi, nelle officine o semplicemente al riposo notturno. Il raggio di condivisione si estese così fino a 5-6 km, ponendo fine alla approssimazione vigente da millenni, che già Seneca stigmatizzò ironizzando che a Roma era impossibile conoscere l'ora, essendo più facile mettere d'accordo due filosofi che due orologi privati, quale che ne fosse la concezione. Indubbiamente l'impiego di un identico sistema meccanico mosso dalla discesa di un peso (due o più dopo l'adozione della suoneria) ridusse l'escursione fra i tanti strumenti e rese l'orario se non sincrono dovunque, di tollerabile scarto. La precisione comunque era talmente bassa da fornire la sola indicazione delle ore, peraltro talmente approssimata che una singolare figura professionale, il 'temporatore', attiva fino al XIX secolo, era incaricata di correggere avvalendosi di una meridiana, ad ogni sollevamento dei pesi. L'altezza dei campanili in cui erano installati, garantendo a quei primi orologi autonomie di alcuni giorni, lascia presumere un identico intervallo per la messa ad ora, con attendibilità immaginabili.<sup>33</sup>

33 F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della tecnologia militare*, Roma 2009, vol. II, *Età Medievale*, pp. 217-221.

Alla pagina a sinistra

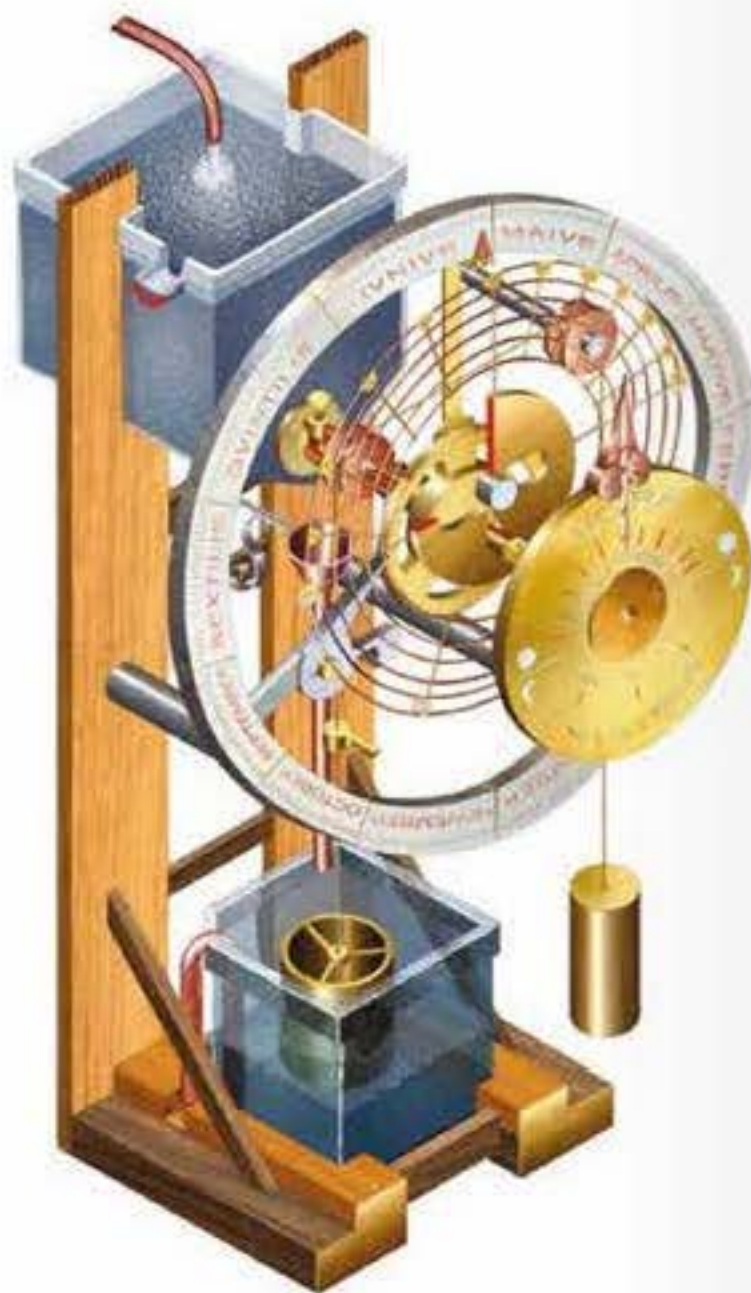
In alto: La mina scavata sotto le mura di Ambracia, descritta da Polibio  
In basso: Il rivelatore di mine, basato sulla risonanza di fogli di bronzo, usato ad Ambracia ricordato da Polibio

30 Da POLIBIO, *Le Storie*, XXI, 28-7-9.

31 Cfr. ERODOTO, *Storie*, IV, 200.

32 Da POLIBIO, *Le Storie*, XXI, 28-7-9.





L'orologio da campanile si impose in breve volgere per la sua utilità e per la robusta semplicità e, stando agli studiosi, fu tratto dagli 'svegliarini' monastici, conservandone tra l'altro l'assoluta inamovibilità: nessun problema finché serviva alle comunità religiose o sociali, ma assolutamente inutile per mezzi in movimento. La fune del peso, infatti, doveva risultare verticale e perpendicolare al tamburo su cui era avvolta, impedendo altrimenti il corretto funzionamento del congegno. Sui carri, e soprattutto sulle navi, perciò la determinazione dello scorrere del tempo rimase preclusa, nonostante l'indubbia rilevanza che sarebbe derivata dalla sua conoscenza: basti

In alto a sinistra: Uno dei primi orologi da polso Omega  
In alto a destra: Ricostruzione dell'orologio ad acqua realizzato da Ctsibio  
In basso: Caratteristico orologio da battaglia con griglia anteriore di protezione dagli urti





pensare che fino a pochi decenni or sono la longitudine si calcolava dallo scarto fra l'ora locale e quella del luogo di partenza, conservata da un orologio ovviamente di alta precisione. L'inconveniente, nei primi tempi trascurabile, divenne sempre più frustrante proprio per l'utilità che nel frattempo si era ritagliata l'orologio: chiunque regolava ormai la sua quotidianità sulla scansione delle ore, ma nessuno durante il trasferimento da un luogo all'altro poteva più valutarla, limite che la notevole durata dei viaggi contribuiva ad accentuare.

Per noi conoscere l'orario in viaggio costituisce una prassi tanto ricorrente da aver fatto includere fra gli strumenti del cruscotto delle nostre autovetture un orologio, per cui stentiamo a credere che fin quasi al '500 solo dall'altezza del sole, ovviamente di giorno e quando non schermato dalle nuvole, se ne potesse avere una sia pur vaga idea. Ma dal punto di vista tecnico, per poter continuare a funziona-



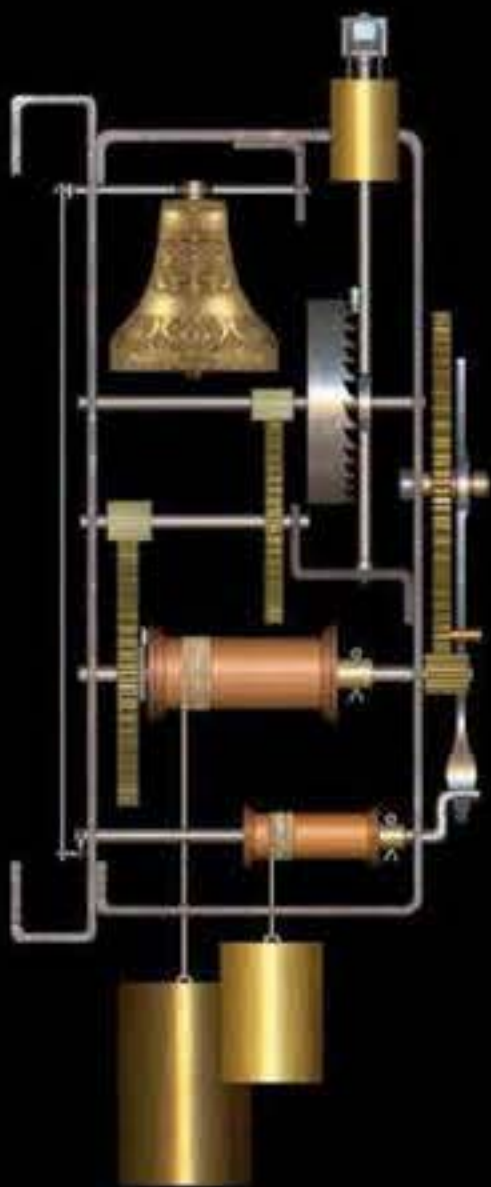
re durante un viaggio un orologio non deve risentire delle oscillazioni del veicolo né influenzato dalla sua inclinazione. Una macchina isotropa per la gravità!

Va subito precisato, tuttavia, che l'orologio mobile non coincide affatto con quello trasportabile, e neppure con quello portatile. A differenza di quello da campanile, lo svegliarino monastico era trasportabile, tant'è che trasportato in un altro convento e fissato ad una parete, riprendeva a funzionare, ma si arrestava durante lo spostamento, a differenza dell'orologio mobile che verrà così definito proprio perché garantiva la sua prestazione anche in movimento, terrestre o navale che fosse. Affinché un siffatto orologio, però, divenisse anche portatile occorreva ridurne l'ingombro e il peso tali, in modo da non riuscire di impaccio a chi se ne

*In alto a sinistra: Orologio medievale da campanile o torre*

*In alto a destra: Svegliarino monastico del XIII-XIV secolo*







dotava. Per attualizzare, sono orologi portatili, i nostri, da polso o da tasca; mobili quelli da quadro o da scrivania; e soltanto trasportabili quelli elettrici alimentati dalla rete o da una fonte di energia fissa.

Non a caso fu proprio l'indisponibilità di un'alimentazione non fissa a costituire a lungo il maggiore ostacolo frapposto alla trasformazione dell'orologio, da trasportabile a mobile e quindi a portatile. Sul finire del XIV secolo la soluzione fu finalmente trovata: la molla. Per la verità non era una novità stravolgente ma il mero perfezionamento di un'invenzione, un modestissimo dispositivo meccanico la cui origine si perdeva nell'antichità. Rozze molle metalliche si ritrovano nella più remota età classica, del resto nessuna serratura avrebbe potuto chiudere senza di esse, nessuna trappola scattare, nessuna arma da lancio scoccare! La molla medievale fu ottenuta da un filo o da una lamina di acciaio avvolti a spire, rispettivamente

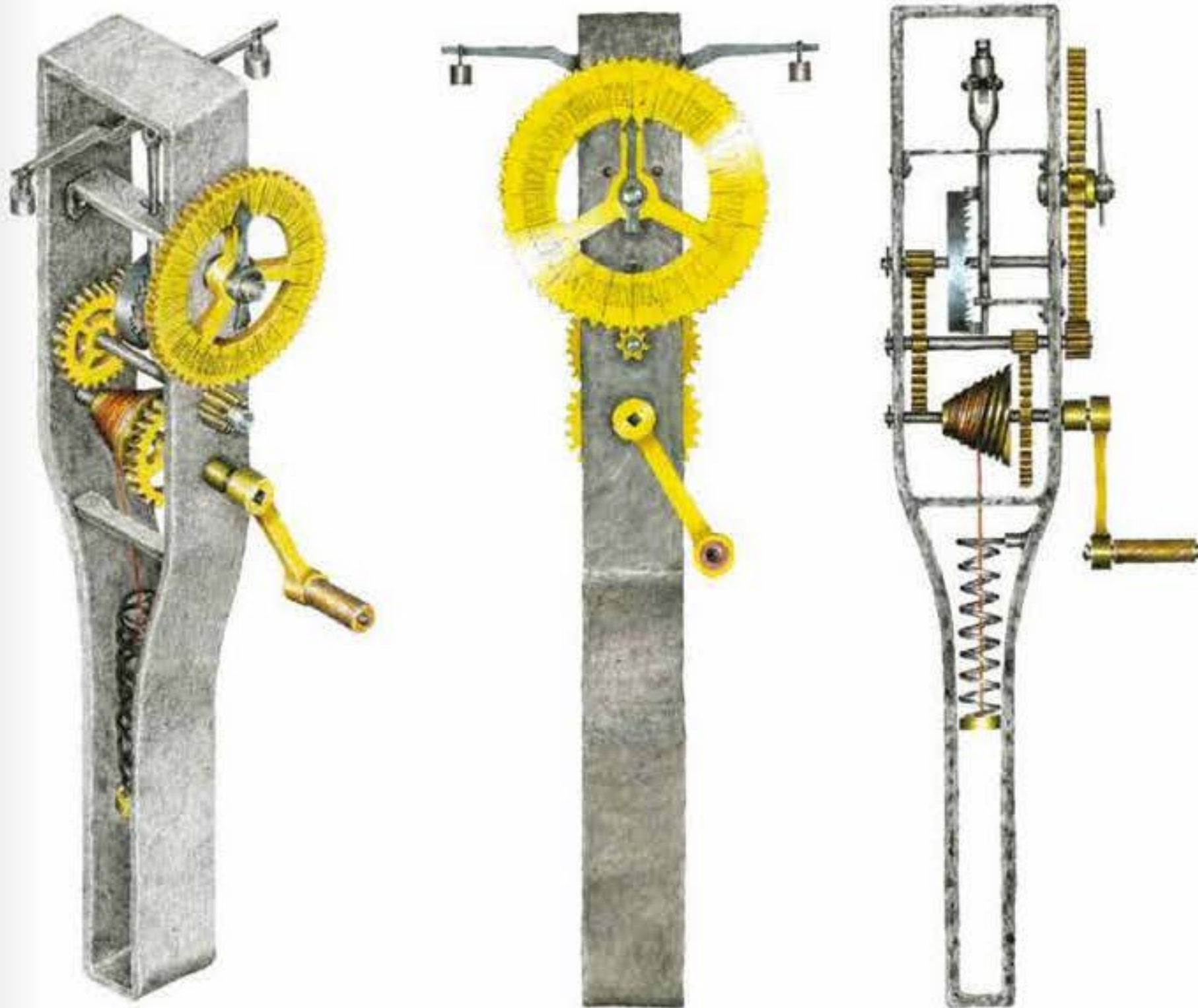
affiancate o sovrapposte, per cui alterandone la forma esercitavano una discreta forza per recuperarla. Nel primo caso si aveva, e si continua ad avere, una molla a nastro, tipica quella della sveglie o degli avvolgibili, nel secondo una molla elicoidale, tipica quella dei materassi o degli ammortizzatori. Il moto fornito dalla prima è una rotazione, dalla seconda una trazione: al di là di questa basilare differenza la cessione per entrambe non è costante decrescendo rapidamente fino ad esaurirsi del tutto.<sup>34</sup>

Il peso degli orologi da parete, scendendo per la gravità

34 F. Russo, F. Russo, *Tecne. Il ruolo trainante della tecnologia militare*, Roma 2009, vol. IV, *Età Moderna*, pp-144-152.

In basso: Il disegno dell'orologio a molla portatile del Taccola: prospetti frontale e laterale.

Alla pagina a sinistra: Ricostruzione grafica virtuale dello svegliarino monastico. Disegno di Ferruccio Russo.



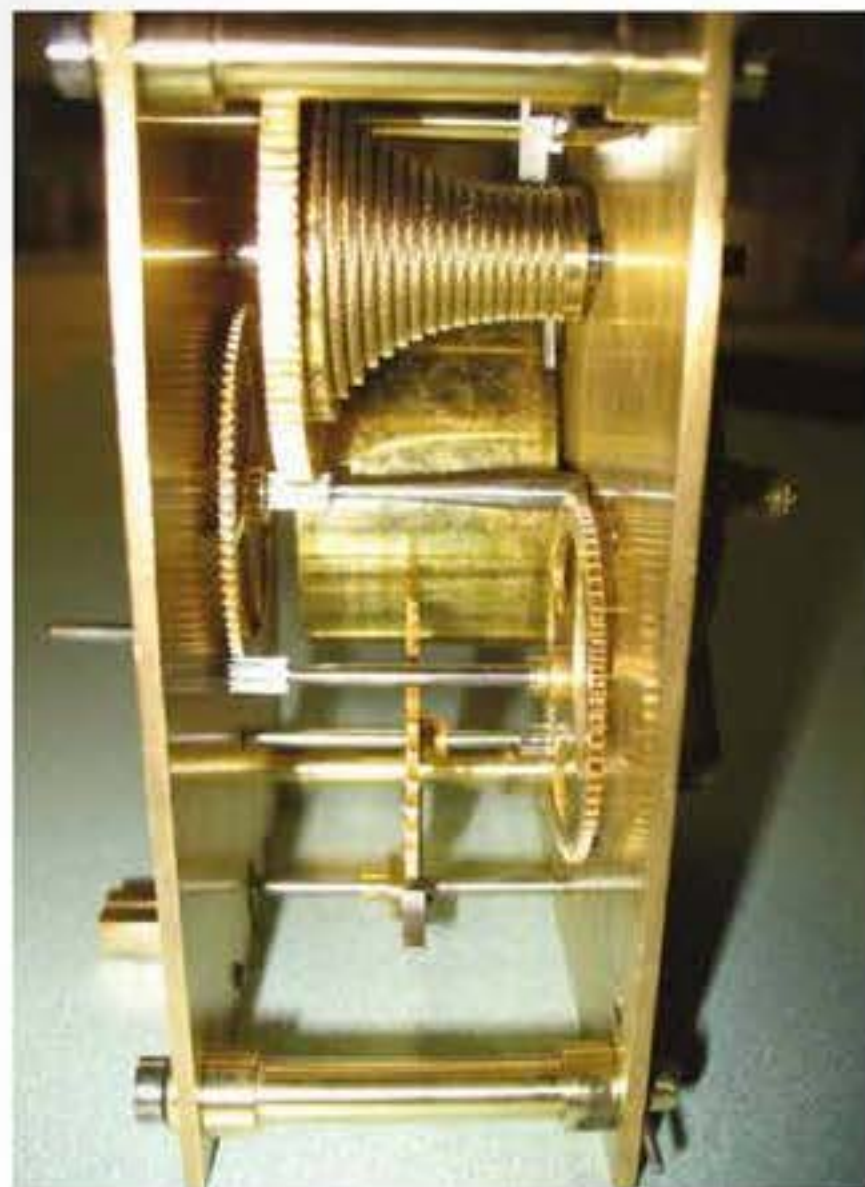


fino al suolo, o al termine della corda a cui era sospeso, restituiva l'energia spesa per sollevarlo, al pari delle molle che tornando alla forma originale restituivano l'energia spesa per deformarle. In teoria, pertanto, si sarebbe potuta sostituire la forza esercitata dalla discesa del peso con quella di ritorno di una molla. In pratica, però, fra le due esisteva una netta differenza che ne impedì a lungo la sostituzione: mentre il peso via via che scendeva esercitava sempre la stessa forza, la molla via via che recuperava la forma originaria ne esercitava sempre di meno. I lettori più anziani, al pari di chi scrive, ricorderanno i giocattoli a molla, ai quali occorreva 'dare la corda' - cioè deformare la molla con una apposita chiavetta - per vederli muovere, moto che presto scemava fino all'arresto.<sup>35</sup>

Per poter utilizzare una molla in un orologio occorreva compensare tale variazione, rendendone quasi costante la

35 P. DUBOIS, *Collection archéologique du Prince Soltykoff: Horlogerie*, Parigi, 1858.

In basso: Conoide e bariletto in una antica macchina d'orologio.



forza elargita. Il dispositivo che lo permise fu l'invenzione che rendendo possibile l'impiego della molla nell'orologeria, consentì la costruzione di orologi mobili e poi portatili, gli archetipi di tutti i nostri da polso. Dell'invenzione s'ignora l'artefice e la presenza del suo criterio informatore in numerosi taccuini di ingegneri rinascimentali, ne frustra l'accertamento, lasciando propendere per una comune fonte più antica e a noi ignota. Diversamente dai giocattoli ricordati, la molla dell'orologio non doveva srotolarsi rapidamente né con l'intera potenza erogabile, ma avvenire, invece, lentissimamente e per scatti progressivi in maniera d'elargire delle piccole dosi energetiche, possibilmente uguali, compito precipuo dello scappamento. Allo scopo la forza della molla fu applicata tramite una corda a una sorta di cono scanalato partendo dal suo diametro minore per concludersi sul maggiore. La forza applicata decrescente, il ritorno della molla, sarebbe stata perciò compensata dalla leva crescente, il raggio del cono nel punto di contatto, esercitando per conseguenza una trazione pressoché costante. In termini tecnici la diminuzione della forza mo-





trice veniva in tal modo controbilanciata dall'aumento del braccio della forza.<sup>36</sup>

In base alla sua connotazione geometrica, il dispositivo fu chiamato conoide, e consisteva in un cono di bronzo sulla cui superficie esterna era inciso un solco a spirale, simile alla trottole a strappo di fanciullesca memoria. Nella scanalatura si avvolgeva la corda proveniente, per la molla a nastro, dal barilotto che la conteneva e da lei fatto girare; per quella elicoidale, dall'alloggiamento in cui si allungava o contraeva. Questa la sua esatta definizione: "dispositivo in forma di cono, montato su una ruota dentata che ingrana con la prima ruota motrice dell'orologio. Nel solco a spirale, che lo percorre dalla base alla sommità, durante la carica si avvolge il budello (o la catena), che poi la molla richiama facendolo ruotare."<sup>37</sup> Del conoide iniziò a parlarne, per quanto oggi sappiamo, già Filippo Brunelleschi 1377-1446, orafo, scultore, architetto e ingegnere, nonché eccellente orologiaio che seppe trarre proprio da quel mestiere molti suggerimenti per le sue straordinarie macchine da costruzione. Di quella sua attività si trova traccia anche nel Vasari che la ricordò con queste parole: "Laonde avendo preso pratica con certe persone studiose, cominciò a entrare colla fantasia nelle cose de' tempi e de' moti, de' pesi e delle ruote, come si possan far girare e da che si muovono; e così lavorò di sua mano alcuni oriuli buonissimi e bellissimi..."<sup>38</sup> Più dettagliato il suo biografo che così scrisse al riguardo: "Essendosi diletato pel passato e fatto alcun orologio e destatoio dove sono varie e diverse generazioni di molle e da varie moltitudini d'ingegni moltiplicate... gli dettero grandissimo aiuto al potere immaginare diverse macchine da portare e da levare e da tirare".<sup>39</sup> Tuttavia l'unico suo orologio di cui oggi siamo a conoscenza fu costruito nel 1445 per la torre del Palazzo dei Vicari di Scarperia.

In quegli stessi anni anche Mariano di Jacopo, detto il Taccola, (1382-1453) si occupò del dispositivo a conoide, e verosimilmente lo utilizzò per la costruzione di un primo orologio mobile a molla del quale ci ha lasciato un dettagliato schizzo. Funzionava appena per sei ore, con una molla elicoidale allungata, che veniva deformata avvolgendo sulla conoide con una manovella la corda fissata alla sua estremità. Con

le spire a contatto cessava la carica, e da quel momento la molla distendendosi poneva in rotazione la conoide che uno scappamento a *folliot*, oscillando in un verso e poi nell'altro, frenava facendo emettere al congegno il noto tic-tac conferma del suo funzionamento. Una sola lancetta fissa su di un quadrante anulare rotante e diviso in 24 ore, indicava l'ora. L'orologio del Taccola, più ancora di quello del Brunelleschi fu certamente mobile, ma per l'ingombrante *folliot* non ancora portatile, peculiarità che acquisirà in breve tempo adottando lo scappamento a ruota e quindi a spirale.<sup>40</sup>

## Le ferrovie a scartamento ridotto

Lo scoppio della Prima guerra mondiale ebbe, tra le tante conseguenze, anche quella di rallentare – se non pure di bloccare del tutto la costruzione di nuove linee ferroviarie, molte delle quali di interesse regionale e perciò in buona parte a scartamento ridotto. Soltanto nel nord e, in particolare, nel nord-est, se ne costruirono rapidamente di nuove, tutte destinate ad impieghi militari, per lo più al trasporto verso le prime linee degli immensi quantitativi di munizioni necessari ai combattimenti. A queste che finita la guerra spesso restarono ancora a lungo in esercizio, si aggiunsero quelle ex austriache ed ex bosniache rientrate nel territorio italiano dopo i riassetti geografici della vittoria. Volendo precisare cosa si debba intendere per 'scartamento', si definisce la distanza misurata all'interno delle due rotaie di un binario ferroviario, 14 mm sotto il piano di rotolamento. Sebbene si siano compiuti vari tentativi per unificare tale dimensione a livello mondiale, attualmente se ne contano alquante e per conseguenza altrettanti scartamenti, anche nelle sole Europa. In linea di ampia schematizzazione lo scartamento ordinario adottato dal maggior numero di Paesi fra i quali anche l'Italia è pari a 1435-45 mm, per

40 Cfr. F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne...*, cit., vol. IV, *Età Moderna*, pp. 144-51.

In basso: Definizione grafica dello scartamento ferroviario



36 P. FOUCHER, *Manuale d'orologeria*, Firenze, 1893.

37 Da F. NIEDDU, *Le macchine del tempo. Lezione del corso di Storia della Tecnologia* 17.03.2006, pp.10-11 versione on line.

38 Da G. VASARI, *Le vite dei più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*, Firenze, 1550 alla vita di Filippo Brunelleschi.

39 Da A. MANETTI, *Vita di Filippo di Ser Brunellesco*, ristampa 1927, p.19.



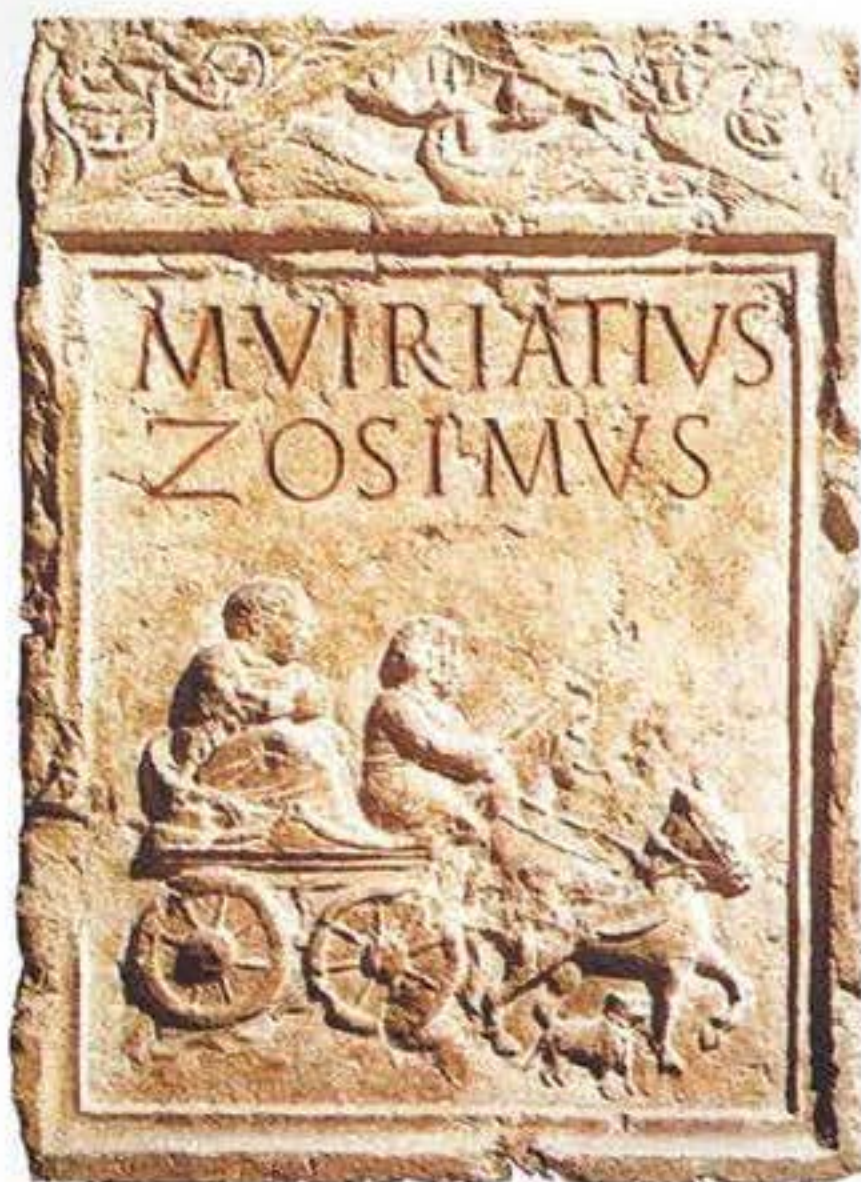


cui si definisce ridotto quello inferiore e largo quello maggiore. La premessa tecnica dalla quale derivò quella misura, adottata sin dal loro esordio sulle ferrovie britanniche, incredibilmente risale all'epoca romana, giustificando una breve digressione. In linea di massima i Romani non furono grandi costruttori di carri. Li copiarono dalle etnie nordiche e li adattarono alle loro ottime strade e ai loro molti bisogni, ricavando una ampia gamma per ogni genere d'impiego: carri agricoli, merci, botte, per materiali incoerenti, ed ancora diligenze e carrozze letto a quattro o a sei cuccette. Tutti, però, non avevano l'assale anteriore sterzante, come nei rimorchi degli attuali autotreni, per cui le curve richie-

devano raggi stradali abbastanza ampi e, quel che era peggio, risultava impossibile dirigere quei carri nelle strette strade cittadine in modo di impedire alla ruote di sbattere contro le loro alte banchine.<sup>41</sup>

Per risolvere questo grave problema ci si ricordò dei solchi guida-ruote, che proprio a Pompei vantano eloquenti esempi, a volte in coassiali alla stessa strada per centinaia di metri, a volte appena adiacenti agli attraversamenti. Non era un scelta irrazionale, poiché i veicoli a ruota guidata odierna, tramvai e treni, sono preferiti proprio perché il binario ne favorisce il transito in ambiti appena più larghi del veicolo stesso, senza eccessive oscillazioni. Dal punto di vista tecnico va osservato che l'adozione dei solchi guida ruote suppone l'uniformazione della distanza fra le ruote dei veicoli, equivalente antico della distanza fra i binari, attualmente definita scartamento. Gli ingegneri romani, portarono quella dimensione a coincidere con il passo, ovvero a 1.480 mm, 45 mm in più dell'odierno scartamento ferroviario dei più avanzati paesi del mondo, sui quali sfrecciano convogli ad oltre 500 km/h!

Le ragioni che invece favorirono lo scartamento ridotto vanno ravvisate nella superiore flessibilità del tracciato plano-altimetrico, ovvero nella possibilità di adottare curve di raggio più stretto con ruote di minor diametro e di superare

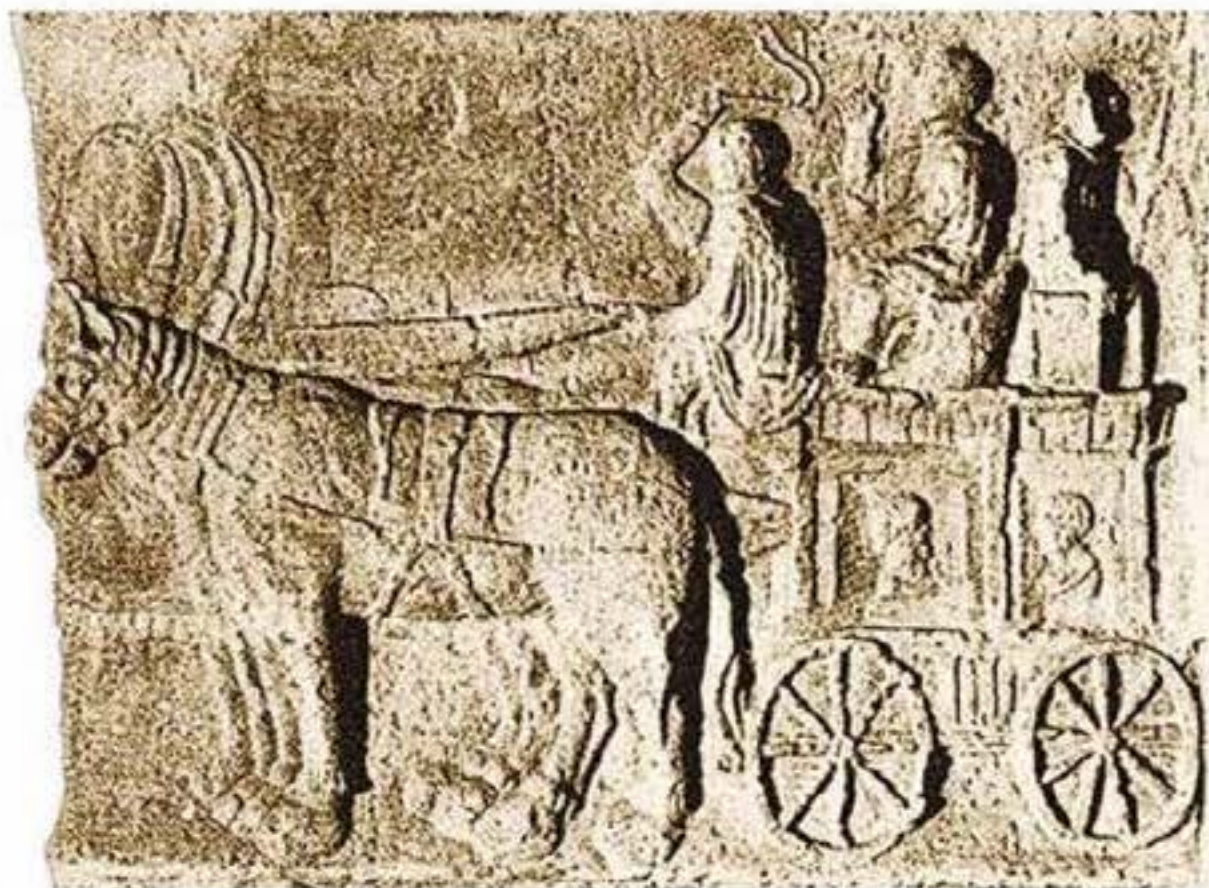


41 Cfr. F. Russo, F. Russo, *Tecne...*, cit., vol. I, *Età Classica*, pp. 121-28.



pendenze più ripide. Considerando che sia le locomotive a vapore che quelle elettriche hanno, quale che ne sia il rodiggio, i loro numerosi assali rigidi, i raggi di curvatura ordinari devono necessariamente essere molto ampi, comportando perciò tracciati più complessi e soprattutto più costosi rispetto a quelli a scartamento ridotto.<sup>42</sup> Pertanto le ferrovie a scartamento ridotto si imposero in tutti quei territori montani dove la progettazione di un percorso tortuoso poteva consentire minor spesa in termini di opere d'arte, ponti, viadotti e gallerie meglio adattandosi all'orografia accidentata del terreno: in questi casi di percorso tortuoso (quindi a parità di andamento piano-altimetrico del binario). Andava inoltre tenuto conto fattore basilare in ambito militare che ferrovie del genere, proprio per la loro intrinseca flessibilità, si potevano costruire molto più rapidamente delle ordinarie, connotandosi spesso come vere opere campali. Ovviamente vi era un rovescio di medaglia costituito dalle minori velocità di esercizio e dalle minori capacità di carico possibili, limiti tuttavia trascurabili per la destinazione bellica.

Come molte altre invenzioni in precedenza esaminate, e altre che lo saranno in seguito, anche la ferrovia a scartamento ridotto non comparve nel corso della Grande Guerra ma nel suo ambito registrò soltanto una vistosa adozione da parte di tutte le nazioni europee coinvolte negli scontri. Dal punto di vista storico ad idearla nel 1873 fu l'ingegnere Paul Decauville, 1846-1922, che la considerò un sistema di ferrovie trasferibili, o più



In entrambe pagine  
Bassorilievi che tramandano vari tipi di carri romani a quattro ruote,  
per trasporto persone, di giorno e di notte, e di merci solide e liquide

42 Cfr. A. FEDERICI, *Lo scartamento ridotto in Italia in tutto Treno-Tema*, 1999, 14.





In alto: I solchi guida ruote di Pompei, spesso scambiati per incisioni da usura. Dettaglio di un solco guida ruote

precisamente prefabbricate per la leggerezza del loro armamento e per la semplicità della posa in opera che non necessitava di laboriosi adattamenti del terreno. Inizialmente, infatti, i binari avevano uno scartamento di appena 40 cm ed erano del tipo Vignole da 4,5 kg/m, contro a titolo di raffronto i circa 60 kg/m di quelli ordinari ed i 70 kg/m delle linee ad alta velocità, ed i carri che li percorrevano avevano sempre soltanto due assi, motrice compresa quando presente. Alcuni anni dopo lo scartamento passò a 60 cm, con rotaie da 12 kg/m e si adottarono motrici a vapore: il successo che arrivò a quelle ferrovie convinse Decauville a fabbricarle direttamente in un suo stabilimento, in grado di fornire quasi 'chiavi in mano' una intera ferrovia. Curiosamente a sancirne la validità fu l'impiego agricolo per il trasporto della barbabietola da zucchero che sui suoi vagoncini raggiungeva in brevissimo tempo, in grande quantità le fabbriche di lavorazione. Quella potenzialità si impose all'attenzione dei militari, per ragioni sostanzialmente simili: dall'inizio del '900 dapprima fu l'esercito francese a installare ferrovie del genere nelle sue fortificazioni nell'Est della nazione, reputandole idonee però soltanto al servizio in strutture stabili. Negli stessi anni, invece, l'esercito germanico costruì una rete di analoghe ferrovie destinandole al rifornimento dei diversi fronti in preparazione di una futura guerra, anche di movimento. Idea che si confermò vincente nel corso della Prima guerra quando i rudimentali camion disponibili non riuscivano a trasportare le pesanti munizioni senza affondare nel fango. In breve tutte le nazioni si dotarono di ferrovie militari a scartamento ridotto, per lo più di tipo Decauville da 60 cm.<sup>43</sup>

Anche l'Esercito Italiano ne impiantò, soprattutto dopo la conquista del Carso, dove la II e III Armata realizzarono una rilevante rete ferroviaria campale, avvalendosi delle unità del Genio Ferrovieri. Per mezzo di tale infrastruttura fu possibile rifornire le linee di combattimento e ai giorni di Caporetto contava uno sviluppo di oltre 200 km, con rotaie da 10 kg/m, collocate su traverse di ferro. Su quei binari correvano un centinaio di locomotive fermandosi quando necessario in una delle 80 stazioni appositamente costruite.

L'esperienza, del resto, per ferrovie a scartamento ridotto non mancava avendo lo stesso esercito realizzato già prima della guerra alquante ferrovie leggere in Carnia, per l'esattezza:

<sup>43</sup> Cfr. E. FRESNE, *70 ans de chemins de fer betteraviers en France*, Auray, 2007.





- *Tolmezzo - Paluzza - Moscardo:*  
circa 20 km      scartamento 750 mm;
- *Villa Santina - Comeglians:*  
circa 17 km      scartamento 750 mm;
- *Villa Santina - Ampezzo:*  
circa 12 km      scartamento 600 mm.

Di esse la prima e la seconda restarono in servizio pubblico per oltre il decennio successivo. Oggi in Italia varie ed importanti reti ferroviarie a scartamento ridotto assicurano basilari trasporti locali: di esse senza dubbio una delle maggiori, più antiche e famose è la Circumvesuviana, che di recente ha ancora ampliato la sua rete.<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Per approfondimenti cfr. F. OGILARI, U. PACI, *La Circumvesuviana, 100 anni di storia, 144 km di tecnologia, 1890-1990*, Milano, 1990.



In alto: Scorcio di tracciato di una ferrovia a scartamento ridotto  
In basso: Un tipico tracciato di ferrovia a scartamento ridotto in montagna





### *Il treno di rotolamento cingolato*

Uno dei più frequenti inconvenienti ai quali andavano incontro gli affusti delle artiglierie durante il loro trasporto era lo sprofondamento delle ruote nel fango. Nonostante i molteplici accorgimenti studiati ed introdotti, i cerchioni erano sempre troppo stretti rispetto al peso della bocca da fuoco sovrastante, per cui esercitavano sul terreno una pressione considerevole. Quando poi le piogge ne compromettevano la coerenza, le ruote affondavano nella mota mutando i già gravosi spostamenti in veri incubi: tra nitriti di cavalli frustati a sangue, urla ed imprecazioni di uomini spossati dalla fatica, ordini abbaiati senza sosta, lo scenario diveniva quello di una bolgia dantesca! La causa del problema fu chiara sin dalla fine del Medioevo, tanto più che affliggeva anche carri e carrozze civili: la soluzione invece, fu trovata da un ufficiale italiano soltanto verso la fine del XIX secolo. Per l'esattezza il merito di averla ideata, sul finire del XIX secolo, appartiene all'allora capitano di artiglieria Crispino Bonagente, 1859-1934, promosso generale nei ranghi dell'Arma nel 1915. Durante gli studi in accademia si era distinto per le sue capacità nelle scien-

ze matematiche e, in particolare, nell'approfondimento sui congegni di puntamento delle artiglierie. Ma sarà proprio la sua invenzione del cosiddetto cingolo a renderlo famoso, tanto più che la stessa trovò ampia adozione presso quasi tutte le nazioni europee.<sup>45</sup>

Il criterio informatore da cui Bonagente partì può considerarsi abbastanza semplice: ampliare la superficie di contatto sul terreno delle ruote degli affusti, soluzione non molto difficile in via teorica risultando evidente, dal punto di vista geometrico, che essendo il terreno la tangente della ruota, la superficie di contatto era per conseguenza la minima in assoluto, per cui occorreva trasformare il cerchio della stessa ruota in un segmento di retta! Al cerchione vennero perciò applicate delle larghe piastre oscillanti, mutandolo in una sorta di poligono regolare: girando erano le piastre a insistere sul terreno con la loro intera superficie, impendendo così all'affusto di affondare nel fango o nella neve. Furono applicate per la prima volta al cannone italiano da 149/35, modello 1910 durante la Prima Guerra Mondiale ed in seguito, a partire dal 1919, furono montate anche alle trattrici. Si trattava di una trovata ingegnosa oltretutto economica. In genere erano costruite con

In alto: Un moderno convoglio della Circumvesuviana

<sup>45</sup> M. PARRI, *Tracce di cingolo. Compendio generale di storia dei Carristi 1917-2009*, Associazione Nazionale Carristi d'Italia.





*In alto: La ruota a cingoli Bonagente*

*In basso: Cannone italiano da 149/35 della Prima guerra con le ruote munite di cingoli Bonagente*

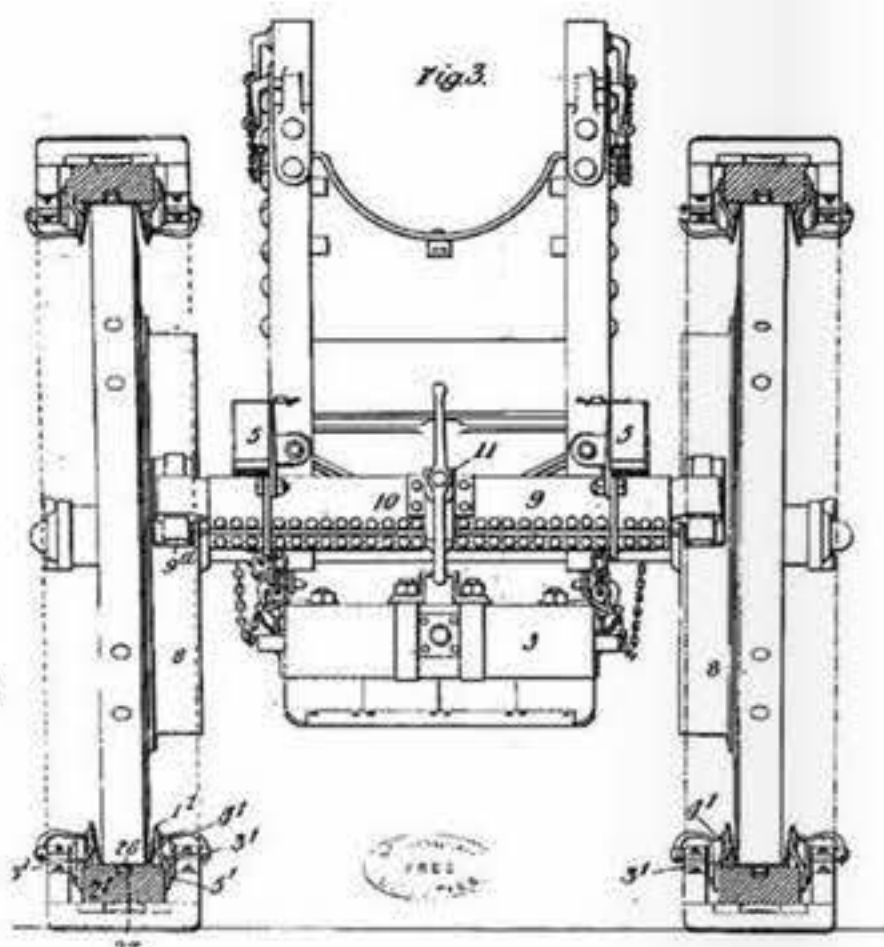
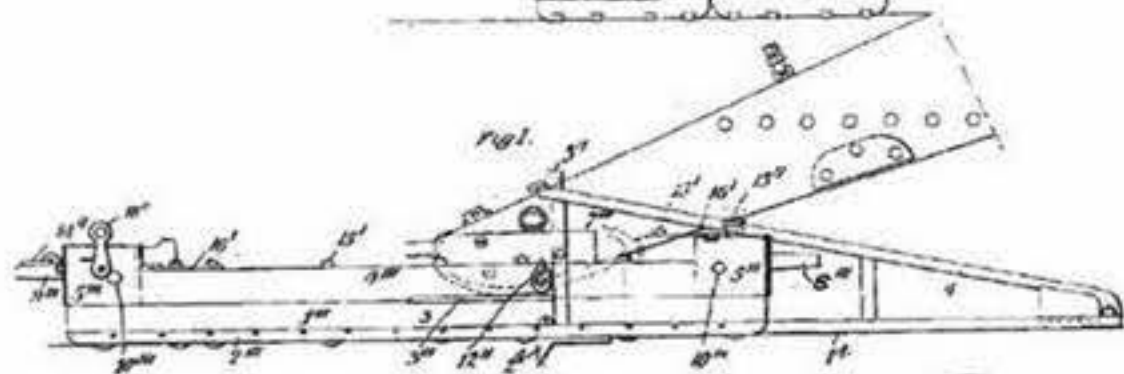
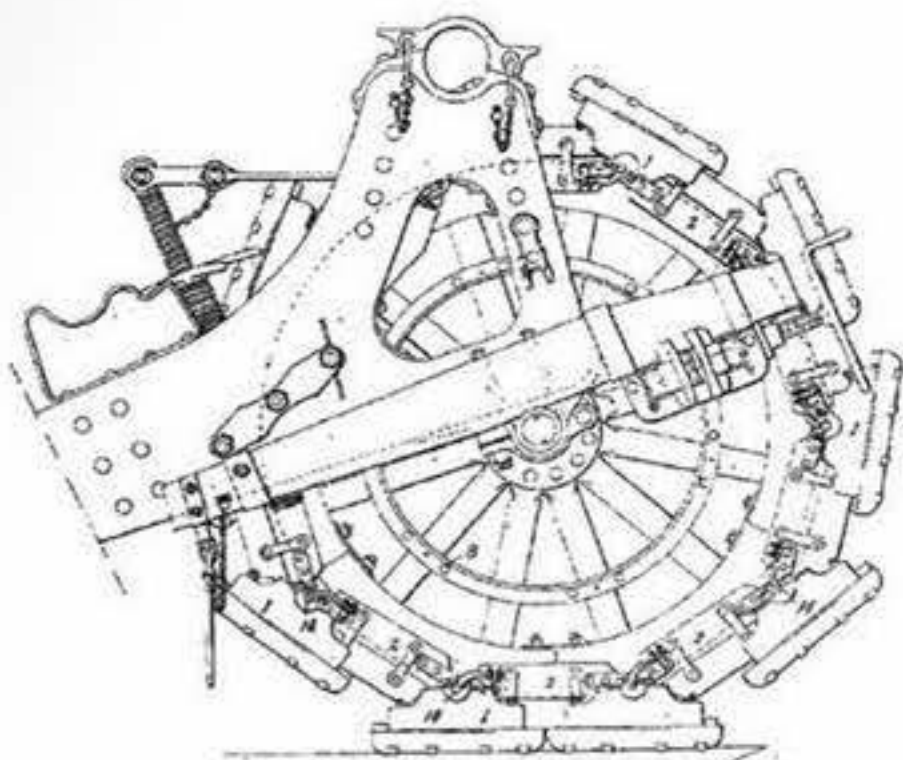
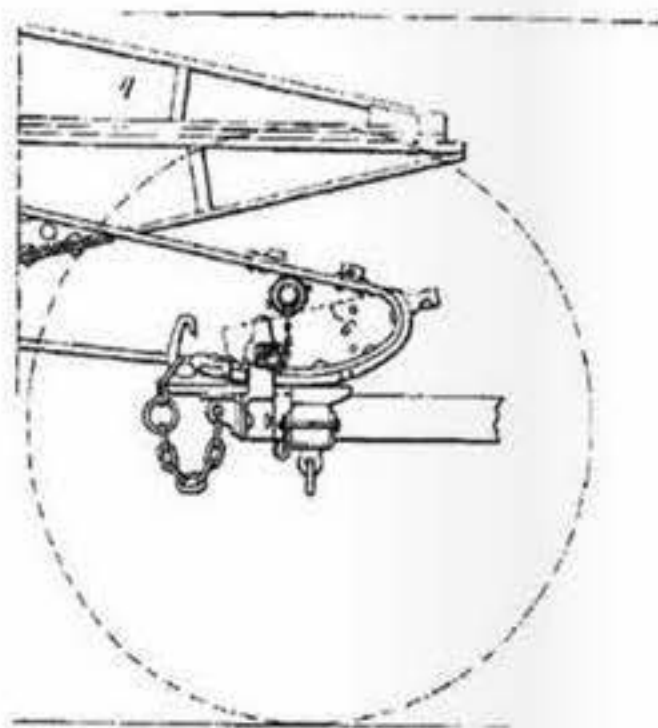
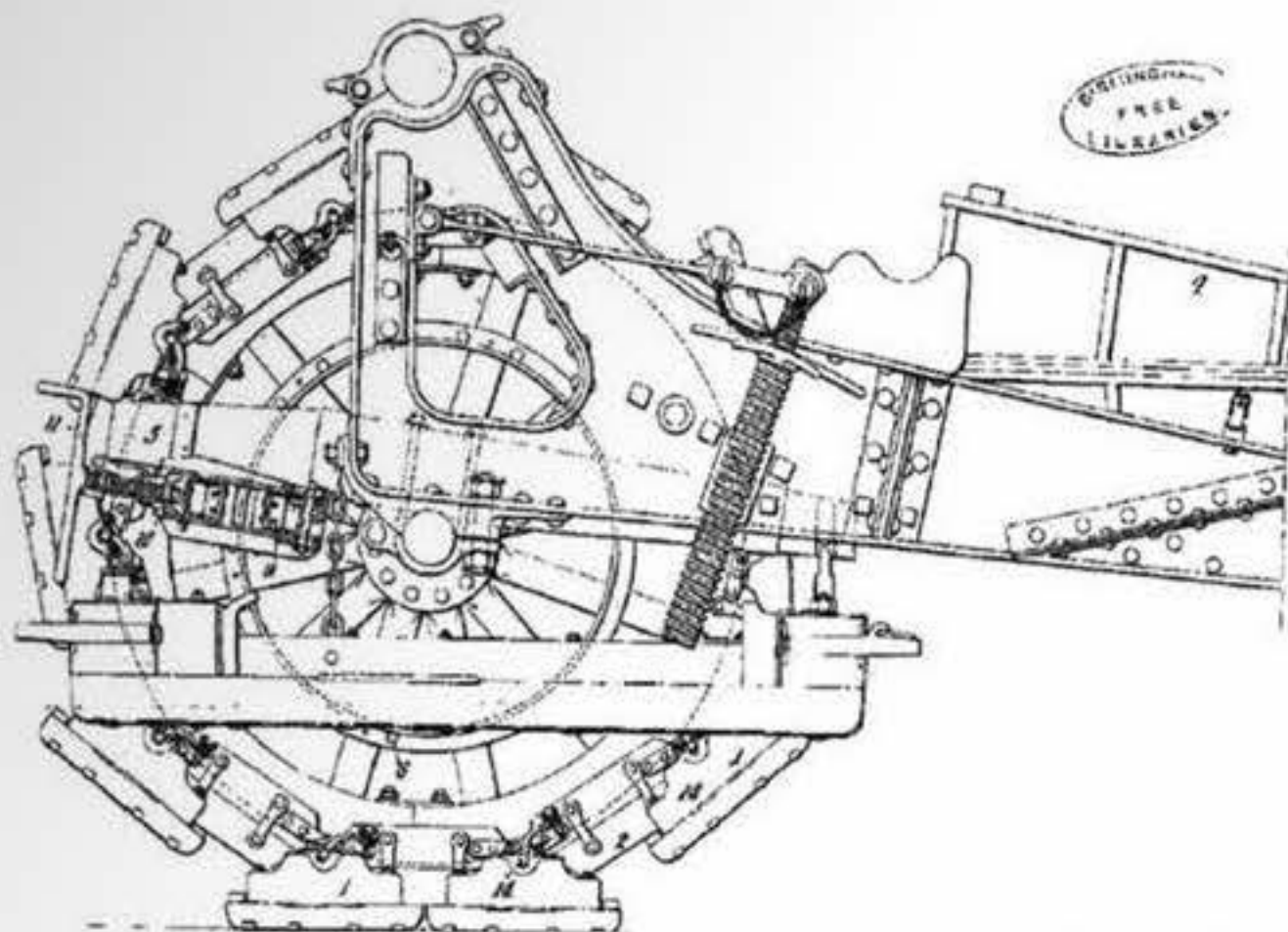
spesse tavole di legno di quercia, non di rado rivestite di lamiera, facili da montare e da smontare per trasferirle su altre ruote, praticità ed economicità che ne hanno però impedito la conservazione, per cui ben poche ne sopravvivono al presente. Di questo importante accessorio, vengono riportati alcuni disegni del brevetto originale della sua invenzione.

Il cingolo, tuttavia, con l'approssimarsi della guerra si guadagnò una propria indipendenza dalla ruota, specialmente dopo il 1912 quando un caporale australiano, tal L. E. de Mole,<sup>46</sup> propose al Ministero della Guerra britannico una sua invenzione relativa ad un veicolo in grado di muoversi su terreni di scarsa coerenza grazie ad un sistema di cingolo continuo, una sorta di catena formata di piastre incernierate tra loro all'interno delle quali giravano le ruote. L'idea fu prontamente respinta, reputandosi inutile e velleitaria! Pochi anni dopo, iniziata la guerra, il de Mole richiamò l'attenzione dell'ufficio preposto alle costruzioni militari sulla sua invenzione, ritenendo che la guerra ormai di trincea giocasse a favore dell'adozione, ma ancora una volta la sua idea fu respinta. Sarà soltanto nel 1919 che finalmente, purtroppo a guerra finita, che il mezzo cingolato del de Mole sarà 'riabilitato' e considerato una invenzione indubbiamente valida e precorritrice di quanto realizzato in materia!

La catena circolare a piastre del de Mole, quand'anche rudimentale, era a tutti gli effetti un antesignano cingolo e consentiva a un veicolo

<sup>46</sup> Per approfondimenti sull'invenzione del de Mole cfr. AA. VV., *Storia dei mezzi corazzati*, Milano 1976, vol. I, p. 6.





I disegni allegati al brevetto del cingolo Bonagente



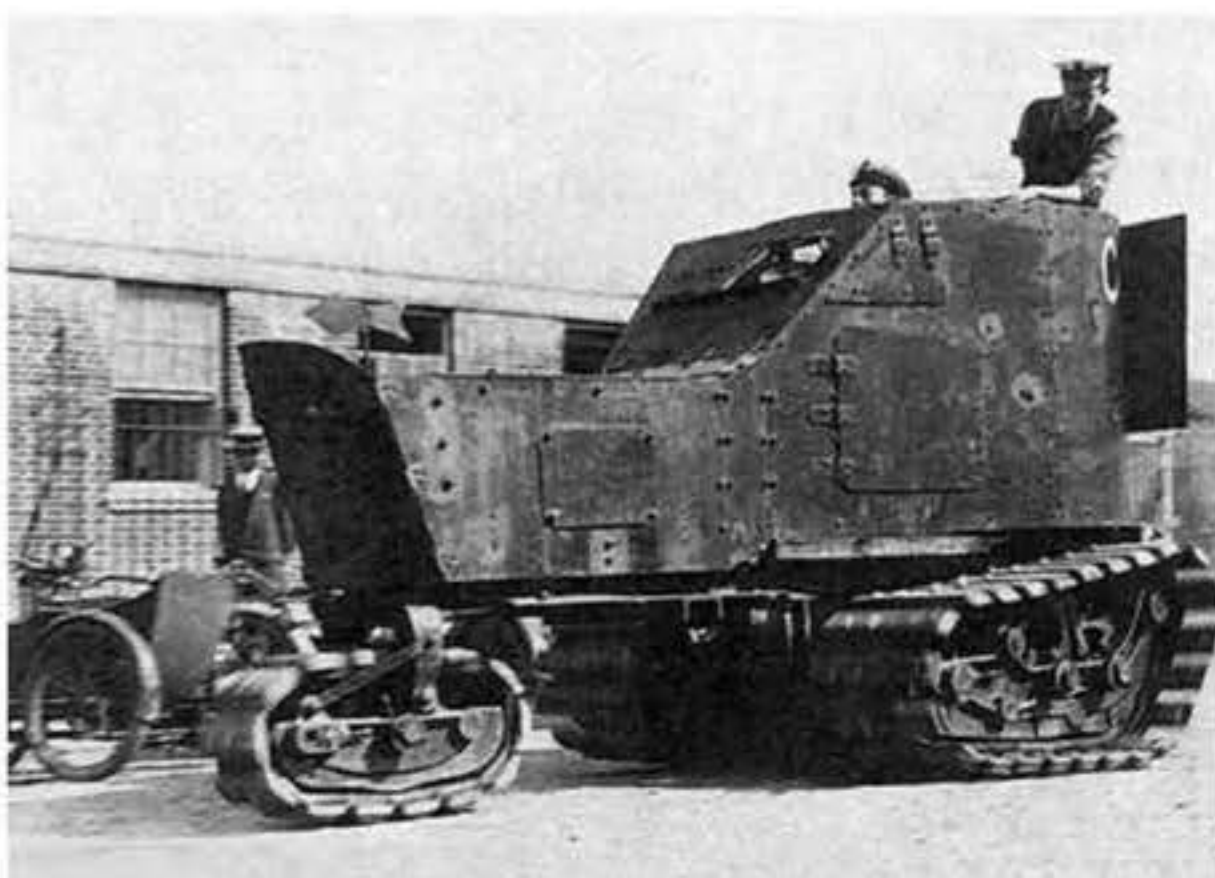
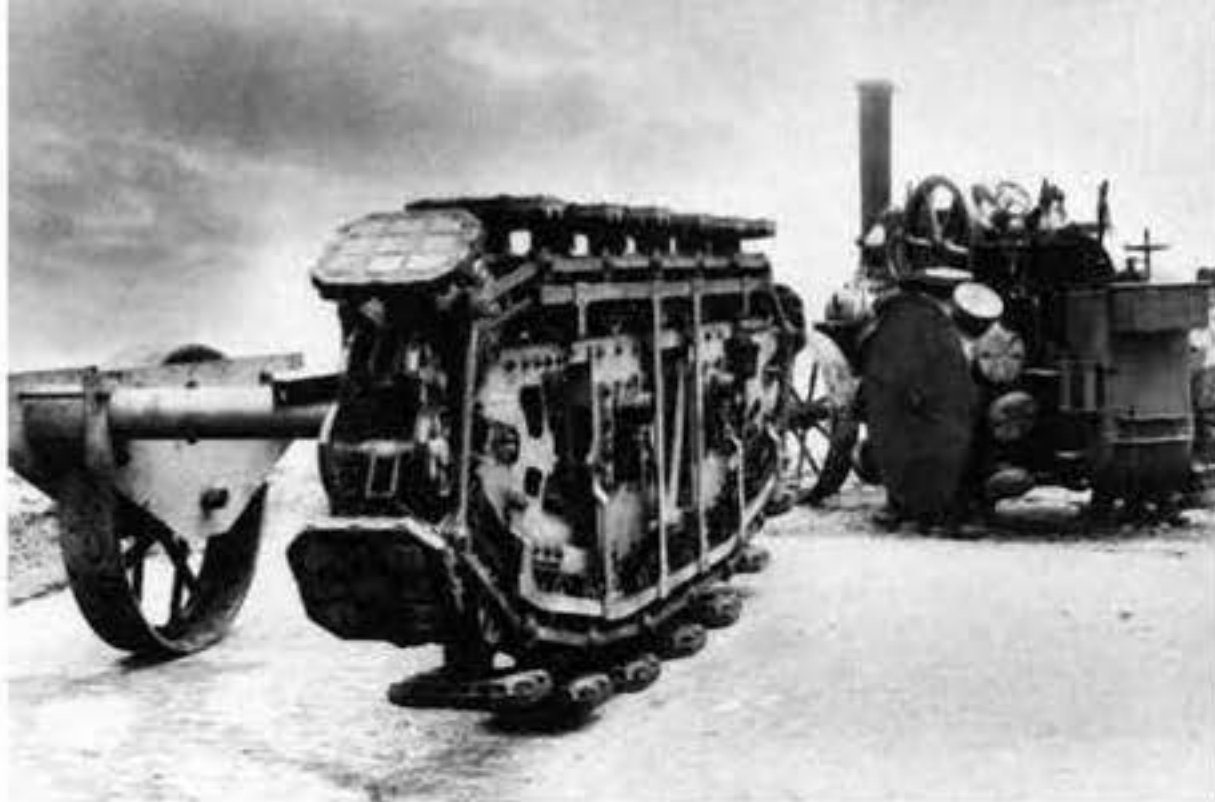
che ne fosse dotato di avanzare su qualsiasi tipo di suolo, adattandosi alla sua morfologia. Sebbene in prima approssimazione rivoluzionaria l'idea non era del tutto originale dal momento che intorno al 1770 un certo Richard Edgeworth aveva già costruito qualcosa del genere per impedire ai carri agricoli di sprofondare nel fango, brevettandone le caratteristiche. Nel 1801 tuttavia, fu Thomas German a depositare un nuovo brevetto per una 'catena senza fine', in pratica un vero cingolo costituito da piastre snodate fra loro e tenute insieme da perni. Dopo il 1861 vi fu un ennesimo progetto di cingolo continuo, realizzato da un certo Fender di Buenos Aires, organo meccanico nel quale la rotazione del cingolo era ottenuta mediante una ruota motrice esagonale che trascinava le singole maglie mediante gli spigoli, per molti aspetti la riproposizione della catena a maglie piane di Dionisio di Alessandria, utilizzata per la catapulta a ripetizione, nella quale la rotazione era prodotta da ruote pentagonali.<sup>47</sup>

Quale ne fu la genesi, nel 1906 comparve il primo veicolo semovente parzialmente cingolato: si trattava di un trattore a vapore che montava al posto delle ruote po-

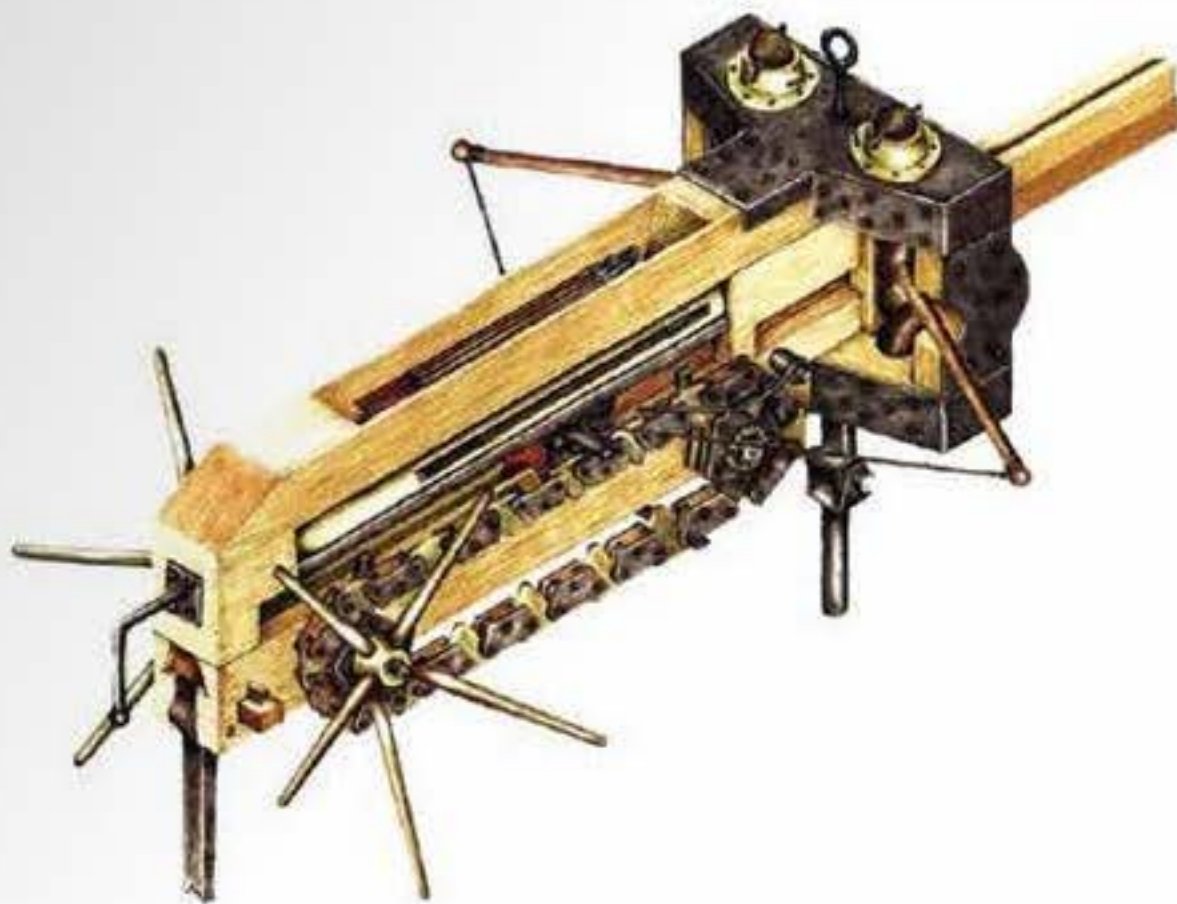
<sup>47</sup> Sulla catapulta a ripetizione cfr. F. Russo, *Un arciere infaticabile*, in *Archeo* n° 307, settembre 2010, pp. 120-27.

*In alto: Fasi prodromiche dell'invenzione del cingolo continuo in alcuni veicoli costruiti fra il 1905 e il 1911*

*Al centro: Un trattore cingolato americano costruito poco prima della Grande Guerra*  
*In basso: Uno dei primi mezzi corazzati su treno di rotolamento cingolato, costruito intorno al 1910*







In alto: Ricostruzione grafica della catapulta a ripetizione di Dionisio di Alessandria

In basso: Moderno mezzo cingolato di grande potenza per movimento terra  
Alla pagina a destra

In alto: Un cannone Skoda con ben evidente il freno idraulico sotto la volata

In basso: Spaccato assometrico di un moderno ammortizzatore idraulico automobilistico

steriori un carrello con cingoli. Da allora il treno di rotolamento cingolato, oltre che sui carri armati, è stato adottato in tutti i veicoli adibiti al movimento terra o a compiti gravosi su terreni cedevoli.

### *L'ammortizzatore idraulico*

Nella seconda metà del XIX secolo, fra le diverse migliorie adottate sulle artiglierie, vi fu anche l'adozione degli affusti a deformazione elastica e, sul finire del secolo, del freno di sparo. Non si trattava ancora una volta di un'idea originale, trovando già nel torchio idraulico e prima ancora nella pompa a stantuffo di età classica il suo criterio informatore, ma sicuramente inedita ne era l'applicazione. Sembra, infatti: "che l'idea di adoperare il torchio idraulico per frenare il rinculo sia stata applicata per la prima volta nell'Arsenale di Woolwich, quando al freno a frizione degli affusti navali a telaio, fu sostituito un cilindro con uno stantuffo, la cui asta era unita all'affusto; mentre il cilindro era fissato al telaio. Nello stantuffo erano praticati quattro fori, e poiché il cilindro era pieno di olio, risulta chiaro che questo, per passare da una parte o dall'altra dello stantuffo, doveva fluire attraverso i fori con una velocità determinata da quella del pistone e dell'area totale dei fori stessi, la quale era costante. Pertanto la velocità di efflusso del liquido variava con quella del rinculo e la pressione cambiava continuamente; ma ben presto furono escogitate disposizioni tali, che la suddetta velocità del liquido fosse costante per tutta la durata del rinculo, e ciò allo scopo di ottenere una pressione uniforme nel torchio."<sup>48</sup>

48 Da E. BRAVETTA, *L'artiglieria e le sue meraviglie dalle origini fino ai giorni nostri*, Milano 1919, p. 340.



In altri termini il dispositivo somigliava ad una pompa a doppio effetto, senza però alcuna valvola e piena di olio all'interno della quale uno stantuffo munito di fori poteva spostarsi su e giù con velocità ridotta dalla resistenza del liquido e pertanto ideale per smorzare le oscillazioni. Una sorta di trasformatore che prolungava nel tempo una violenta oscillazione istantanea rendendola perciò più debole. A completare l'invenzione contribuì il recuperatore che, accumulando durante il rinculo una parte della forza viva della massa rinculante, la utilizzava un istante dopo per riportare il pezzo nella posizione iniziale. L'invenzione, solo delineata per grandi linee, apparentemente elementare trasformava drasticamente il tiro delle artiglierie, che non dovendo più essere riportate in punteria dopo ogni colpo potevano continuare a sparare con cadenze di fuoco di gran lunga superiori al passato, senza tormentare gli affusti e fiaccare i serventi.

L'esistenza di un congegno capace di trasformare delle violente sollecitazioni istantanee in più lente e deboli oscillazioni elastiche suggerì ai costruttori delle prime autovetture, destinate realmente a circolare su strada, di avvalersene per attenuare i colpi prodotti dalle asperità del suolo. La vettura, in realtà, già da tempo era stata separata dagli assali mediante organi elastici, i cui archetipi si individuano già su alcune carrozze usate durante l'Impero romano,<sup>49</sup> ma la soluzione senza dubbio ingegnosa non era tuttavia sufficiente, innescandosi dopo un singolo urto una serie di oscillazioni non meno fastidiose dello stesso. Si pensò allora di avvalersi di qualcosa di simile al freno di sparo idraulico adottato sugli affusti a deformazione elastica, riproducendolo nelle debite proporzioni ma con identiche concezione e funzionamento. Le impervietà della strada e le violente sollecitazioni, che sfuggivano alle molle delle sospensioni, sarebbero state così ammortizzate e quegli organi si definirono perciò subito ammortizzatori idraulici.

L'ammortizzatore idraulico è il dispositivo meccanico più utilizzato in campo automobilistico per accrescere il confort



<sup>49</sup> F. Russo, F. Russo, *Tecne...*, cit., vol. I, *Età Classica*, pp. 121-128.



del viaggio: è composto da due cilindri d'acciaio, fra loro coassiali e di scarsa differenza di diametro in modo che il minore è parzialmente contenuto nel maggiore. Al suo interno, pieno d'olio, si muove lo stantuffo, avendo lo stelo ancorato al telaio. Senza entrare ulteriormente nella disamina dell'ammortizzatore, per l'eccessivo numero dei suoi vari tipi, ci basterà ricordare che il criterio di funzionamento è lo stesso del freno innanzi delineato, agendo l'olio in esso contenuto da rallentatore, non potendosi spostare liberamente da una estremità all'altra del cilindro. In alcuni casi, poi, oltre all'olio è contenuta nello stesso cilindro anche aria, per lo più azoto sotto pressione per rendere maggiormente elastico il congegno, che col tempo tende a perdere le sue ottimali peculiarità richiedendo o la sostituzione o la ricarica. Nella storia dell'automobile la adozione degli ammortizzatori si attuò tra il 1910 e la Prima guerra mondiale.

## Il siluro

Da vari decenni esiste un singolare mezzo di locomozione subacqueo, utilizzato dai sommozzatori nei loro spostamenti a lungo raggio: si tratta di un trascinatori, propriamente definito veicolo di propulsione subacquea, più noto in inglese con l'acronimo DPV, ovvero *Diver Propulsion Vehicle*. Ribattezzato con un pizzico d'ironia 'maialino' in riferimento del suo celebre antenato 'il maiale', propriamente definito 'Siluro a lenta corsa'<sup>50</sup> e derivato dalla 'mignatta', era il mezzo insidioso usato dagli incursori della Marina militare nella Prima e nella Seconda guerra mondiale. Simile, per forma, a un siluro in miniatura, con il relativo apparato propulsore, per lo più elettrico, grazie a un apposito manubrio posteriore munito dei comandi, può essere avviato o arrestato dal sub, nonché accelerato o rallentato e direzionato a

In basso: Un 'trascinatori' sottomarino in azione

50 E. BAGNASCO, M. SPERTINI, *I mezzi d'assalto della X Flottiglia Mas 1940-1945*, Parma, 1991.





discrezione, senza il benché minimo sforzo, per cui a quel risparmio di energia muscolare, e quindi di aria, corrisponde un sensibile aumento della autonomia d'immersione. Tanto la concezione generale del DPV, quanto le caratteristiche meccaniche ed idrodinamiche, sono tipiche del siluro a lenta corsa, l'unico a essere guidato da un pilota nella sua navigazione, fino al bersaglio, a cui la sua testata carica di esplosivo veniva attaccata mediante potenti calamite, da cui il soprannome originale di mignatta più nota come sanguisuga. La parte restante, ridotta a una sorta di scooter sottomarino, con gli operatori a cavalcioni serviva a favorirne il rientro. L'invenzione della torpedine semovente pilotata, in sostanza, era una variante guidata di una normale torpedine nome originale dato al siluro, e venne costruita nell'arsenale di Venezia nel 1918, su progetto del cap. del genio navale Raffaele Rossetti, 1881-1951.<sup>51</sup>

51 Cfr R. H. RAINERO, *Raffaele Rossetti dall'affondamento della Viribus Unitis all'impegno antifascista*, Settimo Milanese 1989.



All'incirca delle stesse dimensioni di un siluro, da cui del resto derivava, il SLC era lungo 8 m con un diametro di 600 mm, e veniva propulso da due eliche quadripale coassiali controrotanti, azionate a loro volta da un motore ad aria compressa, caricata a circa 200 atm in un serbatoio posto al centro dell'arma. Un secondo serbatoio di aria compressa, molto più piccolo, serviva a regolare l'assetto, mentre non vi era alcun dispositivo per variare la direzione che veniva modificata aprendo braccia e gambe sul lato verso il quale si voleva dirigere. La velocità massima era di 2 nodi per una autonomia di 10 miglia. Dal punto di vista strettamente militare era dotato di due cariche di tritolo di 175 kg l'una, sistemate una dietro l'altra a proravia e terminanti con una ogiva conica per attenuare la resistenza idrodinamica. Il brillamento era provocato da spolette a tempo, con un ritardo massimo di 6 ore, ed una ulteriore carica era riservata all'autodistruzione, in caso di necessità.

In basso a sinistra: Il maggiore del Genio Navale Raffaele Rossetti  
In basso a destra: Fotoritratto di Giovanni Luppis







Quanto al siluro propriamente detto, è significativo ricordare che fu inventato intorno alla metà del XIX secolo dall'ufficiale della Marina austriaca Giovanni Luppis di Fiume, all'epoca parte dell'Impero austro-ungarico. Presentato all'Imperatore, nel porto della stessa città, non meritò particolare attenzione da parte sua. Tuttavia, grazie anche alla collaborazione dell'imprenditore britannico direttore dello Stabilimento Tecnico Fiumano, dopo alquanto perfezionamenti se ne avviò la produzione seriale nel 1864, nel frattempo denominato *Minenschiff*. A quel punto, forse per un tardivo riconoscimento, al Luppis fu concesso dallo stesso Imperatore, con relativo diploma del 1869, di fregiarsi quale titolo nobiliare dell'epiteto di 'affondatore'.

Il prototipo del suo siluro, che aveva un raggio d'azione di circa 900 m e una velocità di 6 nodi, dopo una nutrita serie di perfezionamenti e migliorie nel 1890 filava a 30 nodi, stabilizzato nella corsa da un apposito giroscopio. Anche

l'Ammiragliato britannico iniziò a produrne di similari, in una fabbrica insediata sull'Isola di Portland nel 1891, dove fu realizzato un prototipo lungo quasi 6 m con un diametro di 457 e una testata di 90 kg di fulmicotone, mosso da due eliche coassiali controrotanti, azionate da un motore a tre cilindri ad aria compressa. E nel 1877 la nave a vapore turca *Intibab*, aprì la serie delle imbarcazioni affondate dai siluri; il 9 maggio dello stesso si ebbe il primo lancio di siluri da un incrociatore, l'HMS Shah senza, però, alcun risultato.

La Regia Marina costruì, nel contesto della Grande Guerra, dei motoscafi armati con una coppia di siluri: li derivò dalla produzione civile, potenziandone i motori a benzina comunque di concezione automobilistica, denominandoli Motoscafi Anti Sommergibili, o MAS, ispirando a D'Annunzio la riproposizione del celebre motto *Memento Audere Semper*.<sup>52</sup>

52 J. GREENE, A. MASSIGNANI, *The Naval War in the Mediterranean, 1940-1943*, Londra 1981.

In alto: Un siluro da 533 mm di diametro



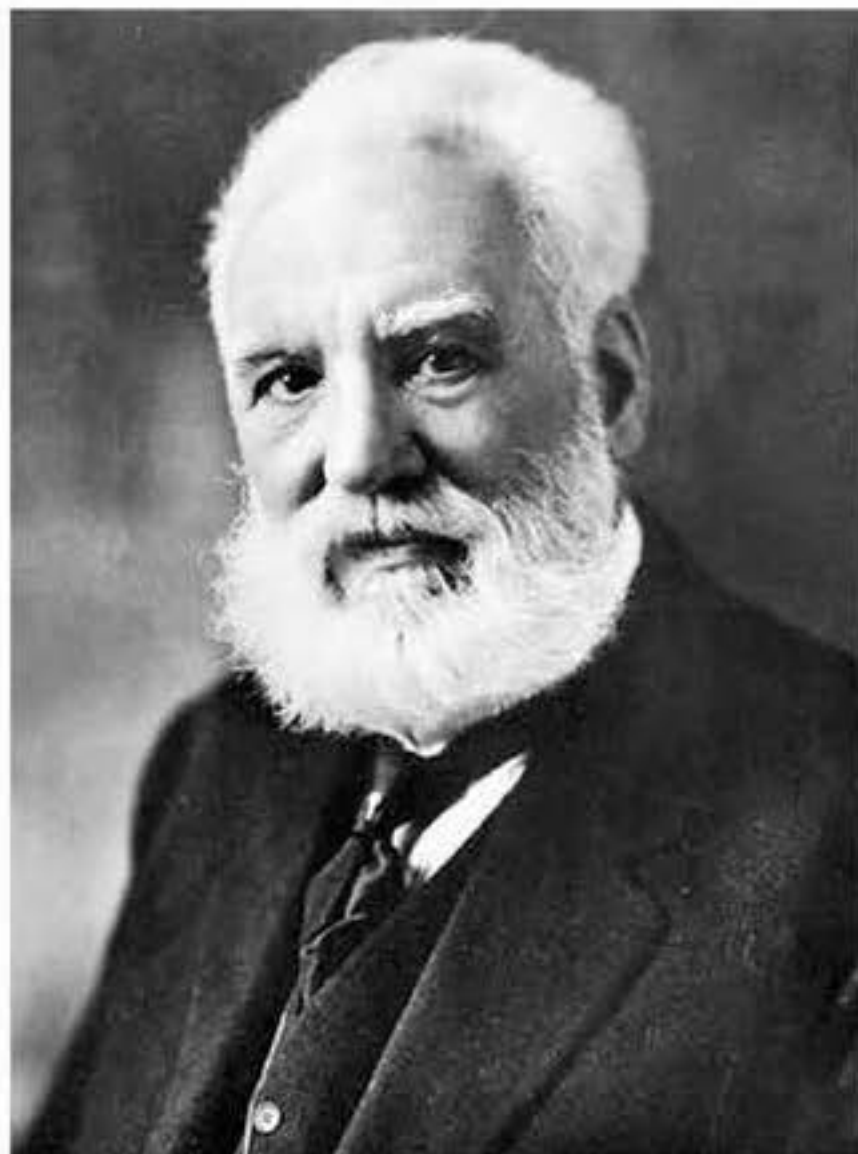
## *Il metal detector*

Il 2 luglio del 1881 il 20° presidente degli Stati Uniti, James Garfield, 1831-1881, fu gravemente ferito da due colpi di pistola sparatigli alle spalle da un attentatore. La sua agonia fu particolarmente lunga, aggravata dalle pessime nozioni mediche possedute da quanti tentarono di salvargli la vita, estraendogli innanzitutto la pallottola che aveva scalfito senza intaccare il midollo spinale una sua vertebra.<sup>53</sup> La ricerca con sonde e peggio ancora con le dita, senza alcuna attenzione se non per la sterilità almeno dell'igiene, aggravò subito le condizioni del paziente per l'insorgere dell'infezione. Nel corso di quella sorta di deleterio supplizio per localizzare con esattezza la pallottola intervenne anche Alexander Graham Bell, 1847-1922, il famoso inventore che tolse a Meucci la paternità sull'invenzione del telefono. In effetti era stato lo stesso Bell a prospettare il suo aiuto, avendo da tempo osservato che quando una spirale di rame collegata ad una batteria si avvicinava ad una piccola massa metallica, in un'altra adiacente

<sup>53</sup> A. PESCKIN, *Garfield A. Biography*, Kent State University Press 1978; A. SCHAFER, *A President Felled by an Assassin and 1880's Medical Care*, New York Times, 25 luglio 2006.

In alto: Fotoritratto di Alexander Graham Bell

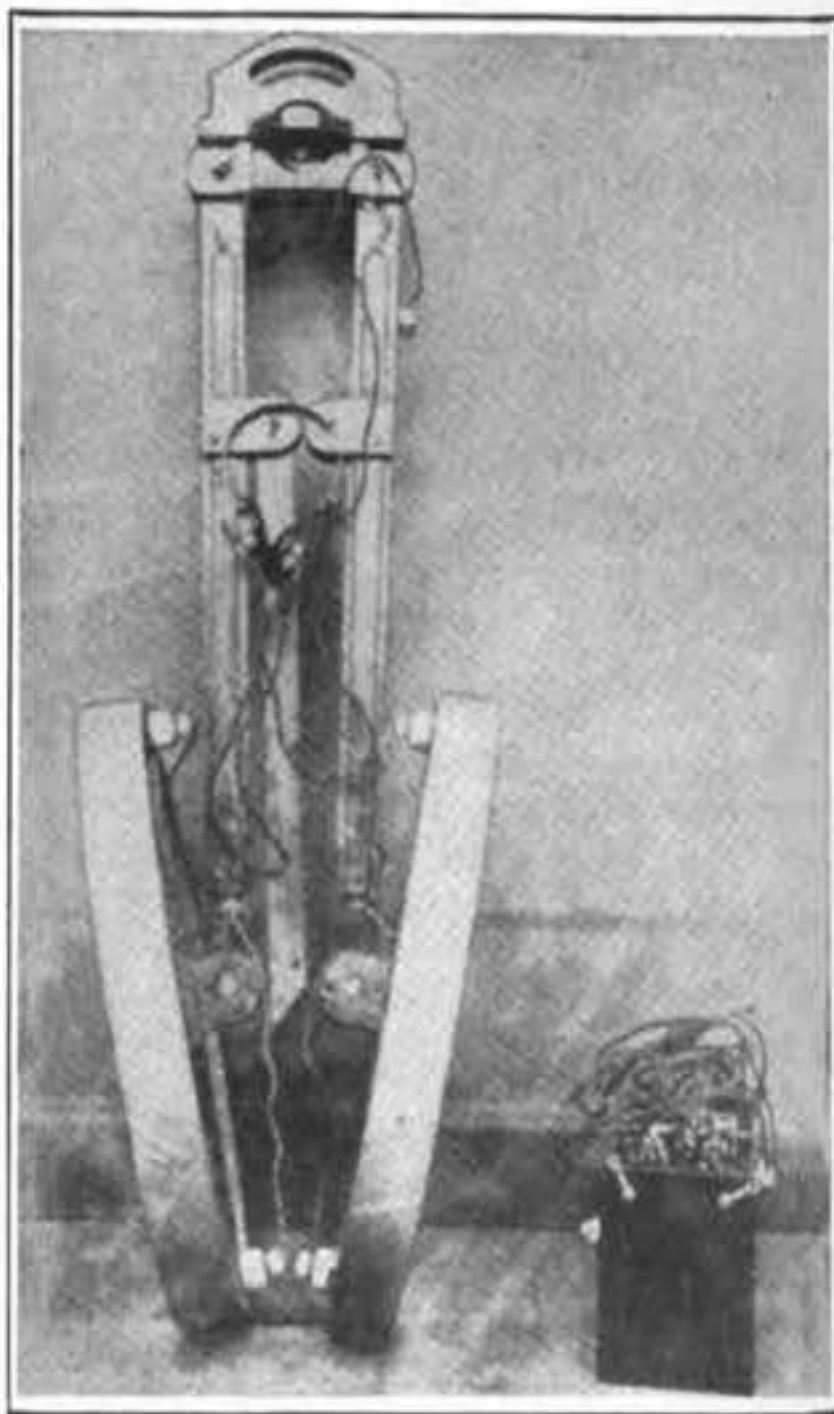
In basso: Un MAS in navigazione: da notare i due siluri sulla sua coperta







bobina si manifestava una piccola variazione di corrente, che l'auricolare telefonico ad essa collegato evidenziava con un ronzio d'intensità crescente all'avvicinarsi del metallo. Il raggio di percezione non superava i 5 cm ma le prove fatte, sia con proiettili inseriti in quarti di manzo, sia con veterani che ancora conservano nel corpo una pallottola, diedero sempre risultati positivi: quel primo rudimentale *metal detector* funzionava perfettamente! Il 26 luglio, Bell ed un suo assistente compirono sul far della sera il primo tentativo di localizzazione, alla presenza di ben cinque medici. Stando alle cronache, il presidente ebbe timore di restare folgorato al passaggio della sonda, vanamente tranquillizzato dai tecnici, che tuttavia non riuscirono nella ricerca, forse per la presenza di masse metalliche vicine non rimosse.



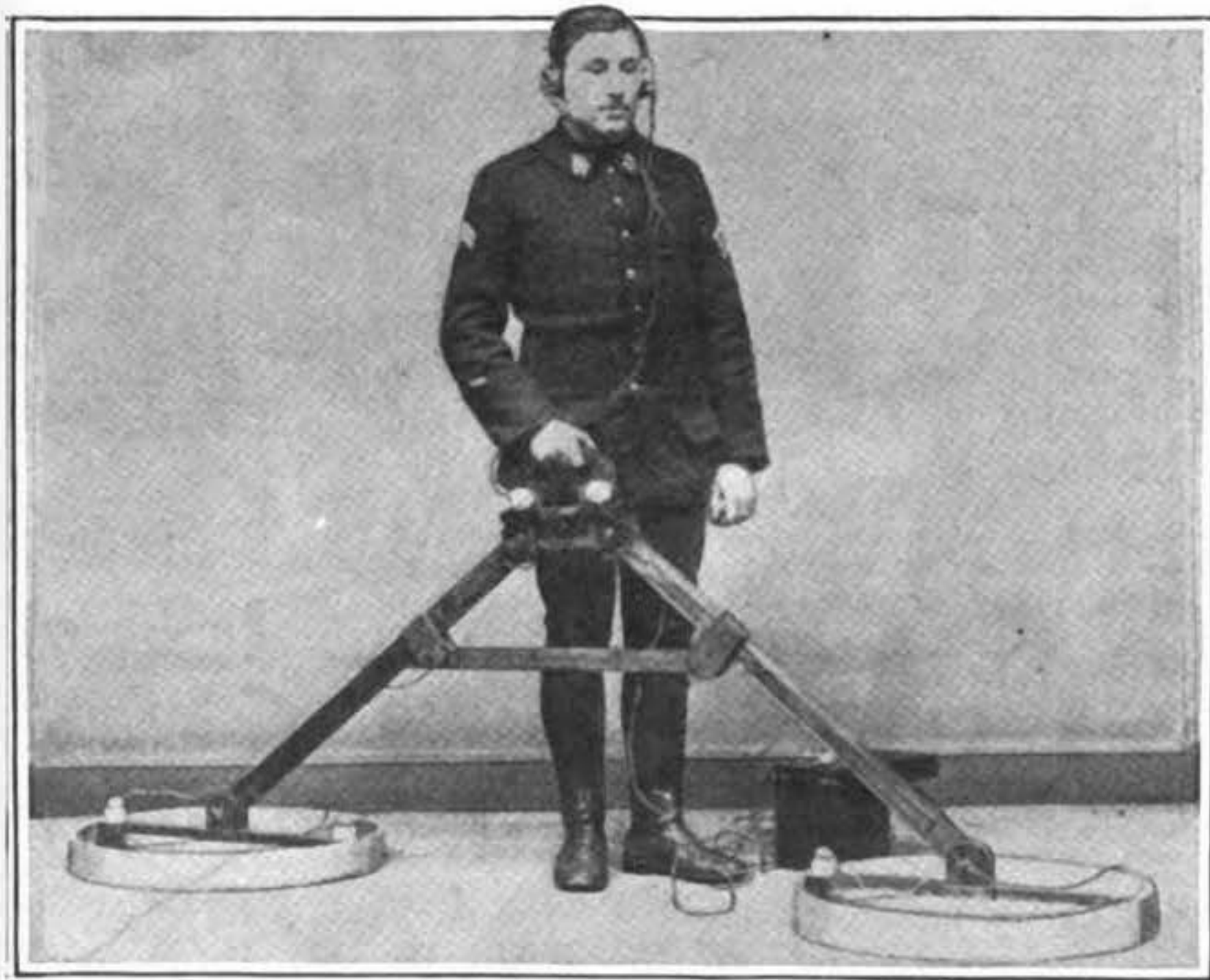


Da quella vicenda prese l'avvio la costruzione di un vero cerca metalli che l'avanzare della guerra aveva reso di notevole interesse, non fosse altro che per la ricerca dei proietti inesplosi e coperti da un sottile strato di terra, antesignane mine pronte a brillare. Tra i primi apparecchi del genere si distingue il francese denominato *Alpha*, progettato da M. Guitton, professore di fisica a Nancy. Il principio di funzionamento era sostanzialmente sempre lo stesso di Bell: due bobine delle quali una fungente da circuito primario, collegata ad un fonte di corrente alternata, e l'altra da secondario all'avvicinarsi di una massa metallica il campo magnetico prodotto dalla prima viene perturbato, dando origine ad un leggero ronzio nell'auricolare. Quel primo cercametalli, peraltro ingombrante e tanto pesante da ri-

chiedere due uomini per la manovra, non possedeva una rilevante sensibilità, riuscendo ad individuare una massa di una decina di kg a mezzo metro di profondità, e se più leggera non oltre una ventina di cm.

Da allora il congegno, perfezionatosi enormemente, svolge un prezioso ausilio, sia in ambito militare per la bonifica dei campi minati, sia soprattutto in quello civile, vuoi per l'individuazione di tubi interrati, vuoi per le ricerche archeologiche.

*Alla pagina a sinistra: Il 20° presidente americano James A. Garfield  
In basso: Una rarissima foto della Prima guerra che ritrae un antesignano 'metal detector' per la ricerca dei proietti inesplosi.*









## BIBLIOGRAFIA

- A. AMICI, *Una tragedia italiana. 1943 - L'affondamento della corazzata Roma*, Milano, Longanesi, 2010.
- A. BRENCICH, *Le origini del cemento armato: una breve rassegna storica*, pubblicazione on line del DISEG Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica.
- A. CASSI RAMELLI, *Dalle caverne ai rifugi blindati*, Milano 1964.
- A. CHIUSANO, M. SAPORITI, *Palloni, dirigibili ed aerei del Regio Esercito 1884-1923*, Roma 1998.
- A. FEDERICI, *Lo scartamento ridotto in Italia in tuttoTreno-Tema*, 1999.
- A. MANETTI, *Vita di Filippo di Ser Brunellesco*, rist. 1927.
- A. PESCKIN, *Garfield A. Biography*, Kent State University Press 1978.
- A. RANZA, *Fotopografia e fotogrammetria aerea. Nuovo metodo per il rilevamento topografico di estese zone di terreno*, Roma 1907.
- A. SCHAFER, *A President Felled by an Assassin and 1880's Medical Care*, New York Times, 25 luglio 2006.
- A. VIOTTI, *Uniformi e distintivi dell'Esercito Italiano nella seconda guerra mondiale 1940-1945*, Roma 1988.
- AA.VV., *Storia dell'Aviazione*, Milano 1973, vol. I.
- AA.VV., *Storia dei mezzi corazzati*, Milano 1976, vol. I.
- AA.VV., *La nazionalizzazione delle donne*.
- AA.VV., *La Storia. L'età dell'imperialismo e la I guerra mondiale*, Novara 2007, vol. dodicesimo.
- AA.VV., *Storia dell'Aviazione*, Milano 1974, vol. II.
- B. FONTANEL, *Busti e reggiseni. L'epopea del seno dall'antichità ai giorni nostri*, Milano 1997.
- B. GILLE, *Storie delle tecniche*, Roma 1985.
- B. RUDOFISKY, *Le meraviglie dell'architettura spontanea*, Bari 1979.
- C. CROSBY, *The Passionate Years*, New York 1953.
- C. G. MALACRINO, *Ingegneria dei Greci e dei Romani*, Verona 2013.
- C. HUYGENS, *La macchina a polvere da sparo*.
- C. M. BELFANTI, F. GIUSBERTI (a cura di) *La moda*, Torino 2003.
- C. M. T. MOMMSEN, *Storia di Roma*, Roma 1939 vol. VIII.
- C. TARDIVO, *Manuale fotografia, telefotografia, topo fotografia dal pallone*, Torino 1911.
- Claudio Claudiano, *Panegyricus Dictus Mallio Theodoro Consuli*.
- COMMANDANT LE PRIEUR, *Premier de Plongée*, Éditions France-Empire, Paris, 1956.
- D. CHIADINI, *Storia del reggiseno*, Roma 1989.
- D. IRVING, *Le armi segrete del III Reich*, Verona 1968.
- DE MONDEVILLE, *Chirurgie de maitre Henry de Mondeville, composée de 1306-1320*, Parigi 1893.
- E. ARTINI, *I minerali*, Milano 1941.
- E. BAGNASCO, M. SPERTINI, *I mezzi d'assalto della X Flottiglia Mas 1940-1945*, Parma 1991.
- E. FRESNE', *70 ans de chemins de fer betteraviers en France*, Auray 2007.
- E. GATTA, *L'ascoltazione nella guerra sotterranea*, in *Sapere*, n. 82 Milano 1938.
- E. GIBBON, *Storia della decadenza e della caduta dell'Impero Romano*, Torino 1971, cap. III.
- E. M. STERMAN, M. K. TROFIMOVA, *La schiavitù nell'Italia imperiale*, Perugia 1975.
- E. MARAINI, *L'elettrificazione delle ferrovie italiane. Una storia di coraggiosa intraprendenza e di incapacità a seguire una coerente politica industriale*, in *Storia dell'Ingegneria*, Atti del 2° Convegno Nazionale. Napoli, 7-8-9 aprile 2008, a cura di Salvatore D'Agostino.



- E. MERLO, *Le origini della moda italiana*.
- E. RICCI, *Il segreto della propulsione a reazione*, Milano 1945.
- E. BRAVETTA, *L'artiglieria e le sue meraviglie dalle origini fino ai giorni nostri*, Milano 1919.
- ERODOTO, *Storie*, IV, 200.
- Esperienze di mina eseguite in alcuni forti in costruzione con esplosivi a base di nitroglicerina della fabbrica di Avigliana*, in *Rivista artiglieria e genio*, vol. I, Roma 1886.
- F. KLEMM, *Storia della tecnica*, Milano 1959.
- F. NIEDDU, *Le macchine del tempo. Lezione del corso di Storia della Tecnologia* 17.03.2006 versione on line.
- F. OGLIARI, U. PACI, *La Circumvesuviana, 100 anni di storia, 144 km di tecnologia, 1890-1990*, Milano 1990.
- F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica*, Roma 2009, vol. I, *Età Classica*.
- F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica*, Roma 2009, vol. II, *Età Medioevale*.
- F. RUSSO, F. RUSSO, *Techne. Il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica*, Roma 2013, vol. IV, *Età Moderna*.
- F. RUSSO, *Ingegno e paura. Trenta secoli di fortificazioni in Italia*, Roma 2005, vol. I-II-III.
- F. RUSSO, *Sotto il segno dell'aquila. Storia dell'Esercito Romano dalla repubblica all'impero*, Roma 2009.
- F. RUSSO, *Trenta secoli di fortificazioni in Campania*, Piedimonte Matese 1999.
- F. RUSSO, *Un arciere infaticabile*, in *ARCHEO* n° 307, settembre 2010.
- F. TARICONE, *Donne e guerra: teorie e pratiche*, in *Studi Storico Militari* 2000, Roma 2002.
- F. RUSSO, *Lingerie d'annata...*, in *MEDIOEVO* n° 196, maggio 2013.
- G. BERTA (a cura di), *Appunti sull'evoluzione del gruppo GFT: un'analisi condotta sui fondi dell'archivio storico*, Torino 1989.
- G. BOUTHOU, *Le Guerre. Elementi di polemologia*, Milano 1961.
- G. DUBY, M. PERROT, (a cura di), *Storia delle donne. Il novecento* (a cura di F. THEBAUD), Bari 1992.
- G. PLINIO SECONDO, *Storia naturale*, lib. XXXV, 47.
- G. SCHMITT, *Junkers und seine Flugzeuge*, Berlino, 1986.
- G. STEFANI, *Il rilievo topofotografico di Pompei del 1910*, in *Studi di Aerotopofotografia Archeologica*, in *Archeologia Aerea* 3, Salerno 2006.
- G. VASARI, *Le vite dei più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*, Firenze 1550 alla vita di Filippo Brunelleschi.
- G. M. OLIVERI, *Prefabbricazione o metaprogetto edilizio*, Milano 1968.
- H. & O. McDaid, *Warriors Robot. La Top Secret History of the Pilotless Plane*, Orion Media, 1997.
- H. CART, *The Clothing Industry*, in *History of Technology*, vol. 6, The Twentieth Century.
- H. KRONBERGER, *Das Österreichische Ballonbuch*, Vienna 1987.
- History Extra, sito ufficiale della BBC History Magazine nel numero di agosto del 2012.
- I. HOGG, *Storia delle fortificazioni*, Novara 1982.
- J. GOLLEY, *Genesi del Jet: Frank Whittle e l'invenzione del Jet Engine*, Crowood Press 1997.
- J. A. MARINO, *L'economia pastorale nel Regno di Napoli*, Ercolano 1992.
- J. DWIGHT, *Aluminium Design and Construction*, Routledge, 1999.
- J. KERREBROCK, *Motori aeronautici e turbine a gas*, 2a edizione, Cambridge 1992.
- J. GREENE, A. MASSIGNANI, *The Naval War in the Mediterranean, 1940-1943*, Londra 1981.
- L. BENEVOLO, *Storia dell'architettura moderna*, Bari 1966, vol. II.
- L. BLANCH, *Della scienza militare. Considerata nei suoi rapporti colle altre scienze e col sistema sociale*, Roma 1939.
- L. CEVA, A. CURAMI, *La meccanizzazione dell'Esercito fino al 1943*, Roma 1994.
- L. RUSSO, *La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna*, Terza edizione Milano 2003.
- L. SANTARELLA, *Il cemento armato. La tecnica e la statica*, vol. I, Milano 1955.
- L. SANTARELLA, *Prontuario del cemento armato. Dati e formule per rendere più spedito lo studio ed il controllo dei progetti di massima nelle strutture più comuni*, Milano 1929.
- M. GRECO *Liber ignium*, anteriore al 1267.
- M. HOWARD, *La guerra e le armi nella storia d'Europa*, Bari 1978.
- M. LORIA, *Storia della trazione elettrica ferroviaria in Italia*, Firenze 1971.
- M. PARRI, *Tracce di cingolo. Compendio generale di storia dei Carristi 1917-2009*, Associazione Nazionale Carristi d'Italia.
- M. PUZZI, *Elementi di scienza dei metalli*, 2014.
- M. VITRUVIO POLLIONE, *De architectura*, lib. II, 6.
- MINISTERO DEI BENI E DELLE ATTIVITÀ CULTURALI E DEL TURISMO, SISTEMA ARCHIVISTICO NAZIONALE, *Ogni uomo corre contento: la taglia nell'abbigliamento confezionato*, pubblicazione on line.
- N. FOULKES, *The Trench Libro*, New York 2007.
- N. MASTRONARDI, *I giganti verdi*, Isernia 2004.



- N. PAONE, *Tratturi, canadas, drailles, drumurile, oierilos. Molise in Europa*, Isernia 2006.
- N. PIGNATO, F. CAPPELLANO, *Gli autoveicoli tattici e logistici del R. Esercito Italiano fino al 1943*, Roma 2005, vol. I.
- N. RUGGIERI, *Opere di Pier Luigi Nervi in Italia: problemi di degrado e di restauro*, tesi di laurea 8 aprile 1998, pubblicazione on line.
- N. HANNA, *The Art of Diving: An Adventure in The Underwater World*, Lyon Press, 2007.
- NEURAL DYNAMICS RESEARCH GROUP, DIPARTIMENTO DI OFTALMOLOGIA E SCIENZE VISIVE, UNIVERSITÀ DELLA BRITISH COLUMBIA, VANCOUVER, BC, CANADA, *Alluminio e malattia di Alzheimer: dopo un secolo di polemiche, c'è un legame plausibile?* Vancouver, Canada.
- O. BARRIE', *L'Italia nell'ottocento*, Torino 1964.
- O. BOVIO, *Le ferrovie italiane nella prima guerra mondiale*, in *Studi storico militari* 1986, Roma 1987.
- O. LILIENTHAL, *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst*, Berlino 1889.
- P. ALLERSTON, *L'abito usato*, in *Storia d'Italia. Annali* 19.
- P. DUBOIS, *Collection archéologique du Prince Soltykoff: Horlogerie*, Parigi 1858.
- P. FOUCHER, *Manuale d'orologeria*, Firenze 1893.
- P. L. NERVI, *Scienza o arte del costruire*, Milano 1945.
- POLIBIO, *Le Storie*, XXI, 28-7-9.
- R. BACONE, *De secretis Operibus Artis et Naturae et de Nullitate Magiae*.
- R. BACONE, *Opus Majus*, 1267.
- R. C. MIKESH, *Japan's World War II Balloon Bomb Attacks on North America*, Smithsonian Institution Press, 1973.
- R. FIESCHI, *Dalla pietra al laser. Materiali e civiltà nel corso dei secoli. Come gli uomini modificando la natura hanno costruito il loro mondo*, Roma 1981.
- R. FRIEDEL, *Zipper: An Exploration in Novelty*, New York 1996.
- R. H. RAINERO, *Raffaele Rossetti dall'affondamento della Viribus Unitis all'impegno antifascista*, Settimo Milanese 1989.
- R. J. FORBES, *L'uomo fa il mondo*, Torino 1960.
- S. ATTANASIO, *In Casa del principe di Sansevero. Architettura, Invenzioni, Inventari*, Napoli 2011.
- S. GAMBAROTTO, E. RAFFAELLI, *Alpini. Le grandi imprese. Storia delle Penne Nere*, Treviso 2009.
- S. CONSOLATO, *Giacomo Boni, il veggente del Palatino*, in *Politica Romana* 6/2000-2004.
- T. DI CORCIA, *Burberry: storia di un'icona inglese dalla Regina Vittoria a Kate Moss*, Torino 2013.
- T. DORU, *Preistoria Rachetei Moderne. Manuscrisul de la Sibiu 1529 – 1569*, Bucarest 1969.
- T. HANCOCK, *Obsession Noble: Charles Goodyear, Thomas Hancock, e la corsa per sbloccare il più grande segreto industriale del 19° secolo*, New York 2003.
- UNIONE FEMMINILE NAZIONALE: SEZIONE DI TORINO, *Relazione 1917*, Torino 1918.
- V. G. CHILDE, *Il progresso nel mondo antico*, Torino 1975.
- V. PIATTELLI, *Storia dell'emancipazione femminile in Italia*, pubblicato su *La Repubblica*, in *Storia d'Italia dal '45 ad oggi*, on line.
- W. H. ISBEL, *The Prehistoric Ground Drawings of Peru*, in *Photographie und Forschung. The Context in the Service of Science*, 1978.
- W. MCNEILL, *Caccia al potere. Tencologia, armi, realtà sociale dall'anno Mille*, Varese 1984.
- W. NICODEMI, *Introduzione agli acciai inossidabili*, 2ª ed., Milano 2003.
- W. SCHECK, *Lawrence Sperry: Autopilota Inventor e Aviation Innovator*, ristampa del novembre 2004 articolo in *Aviation History Magazine*, on line.
- W. SMITH, DCL. LI. D., *Un dizionario di antichità greche e romane*, London, 1875.
- Y. GARLAN, *Guerra e società nel mondo antico*, Imola 1985.
- Y. LE BOHEC, *Armi e guerrieri di Roma antica. Da Diocleziano alla caduta dell'impero*, Roma 2008.
- Y. LE BOHEC, *L'esercito romano. Le armi imperiali da Augusto alla fine del III secolo*, Roma 1993.



## NOTA BIOGRAFICA

FLAVIO RUSSO, nato a Torre del Greco nel '47 dove, pochi anni dopo l'ultimazione dei suoi studi, liceo classico e ingegneria, si è dedicato alla ricerca storica nel settore dell'architettura militare e, più in generale, della storia militare con particolare riferimento alla relativa tecnologia.

Per oltre un decennio membro del Consiglio Scientifico dell'Istituto Italiano dei Castelli e del Comitato Nazionale per lo Studio delle Architetture Fortificate del Ministero dei B.C., ha ricoperto anche l'incarico di assessore tecnico alla cultura della città di Torre del Greco, realizzandovi la Biblioteca Comunale.

Ha tenuto vari cicli di seminari presso l'Università del Molise, facoltà Beni Culturali, di Napoli Federico II, facoltà di Ingegneria, e di Salerno facoltà di Giurisprudenza, nonché varie conferenze alla Scuola di Guerra di Civitavecchia ed all'Accademia di Modena.

Ha Collaborato per oltre 25 anni con l'Ufficio Storico dello Stato Maggiore dell'Esercito e collabora attualmente con l'Ufficio Storico dello Stato Maggiore della Difesa, nonché sistematicamente con numerose riviste nazionali di storia e di archeologia, con rubriche mensili. Ha curato la realizzazione di un CD destinato alla valorizzazione dell'Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio a Roma, e fatto costruire su suo progetto esecutivo, per la Soprintendenza del Molise alcuni modelli in grandezza naturale e funzionanti, di artiglierie romane e di una ruota idraulica, esposti presso l'area archeologica di Saepinum. Analogamente per il Museo delle Alpi, nel forte di Bard ha fatto costruire una catapulta romana ed un trabucco medievale, e per la torre di Telese Terme una cheiroballista d'età imperiale. Già Ispettore Onorario del Ministero per i Beni Culturali, è attualmente giornalista pubblicista.

Autore di numerose pubblicazioni, ha realizzato svariati volumi, tra i quali:

- La difesa costiera del Regno di Napoli dal XVI al XIX secolo*, Roma, 1989.
- Dai sanniti all'Esercito Italiano: la regione fortificata del Matese*, Roma 1991.
- La difesa costiera del Regno di Sardegna dal XVI al XIX secolo*, Roma 1992.
- Festung Europa*, 6 giugno 1944, Roma 1994, (coautore).
- La difesa costiera del Regno di Sicilia dal XVI al XIX secolo*, Roma 1994.
- La difesa delegata*, Roma 1995.
- Guerra di Corsica*, Roma 1996.
- La difesa costiera dello Stato Pontificio dal XVI al XIX secolo*, Roma 1999.
- La difesa dell'arco alpino*, Roma 1999, (coautore).
- Trenta secoli di fortificazioni in Campania*, Piedimonte Matese 1999.
- Ingegno e paura Trenta secoli di Fortificazioni in Italia*, Roma 2006.
- Parole e Pensieri*, Roma 2001, (coautore).
- La difesa costiera dello Stato dei Presidi*, Roma 2002.
- Tormenta, venti secoli di artiglierie meccaniche*, Roma 2002.
- L'artiglieria delle Legioni*, Poligrafico dello Stato, Roma 2004.
- 89 d.C. Assedio a Pompei. La dinamica e le tecnologie belliche della conquista sillana di Pompei*, Pompei 2005, (coautore).
- Indagine sulle Forche Caudine. Immutabilità dei principi dell'arte militare*, Roma 2006, (coautore).
- Tormenta Navalia, Rivista Marittima*, Roma 2007, (coautore).
- I Fuoristrada, dal carro sumero alla Jeep Willys*, Roma 2008, (coautore).
- Leonardo inventore? L'equivoco di un testimone del passato scambiato per un profeta del futuro*, Napoli 2009.
- Ancient Engineers' Inventions. Precursors of the Present*, New York, 2009.
- Techne, il ruolo trainante della cultura militare nell'evoluzione tecnologica, Età Classica, Età Medievale, Età Rinascimentale, Età Moderna, Età Contemporanea*, Roma 2009-2013, (coautore).
- 79 d.C. Rotta su Pompei. La prima operazione di protezione civile*, Roma 2014, (coautore).



# INDICE

Premessa	9
<i>Le mutazioni tecnologiche</i>	23
<i>Le mutazioni sociali</i>	26
Parte Prima	
ATTINENZE AL VOLO	
<i>Introduzione: la conquista del cielo</i>	59
<i>Alluminio: dagli aerei alle pentole</i>	73
<i>Un motore per l'aviazione</i>	80
<i>La gestazione del motore a reazione</i>	85
<i>Aereo a reazione coanda 1910</i>	89
<i>Razzi aria-aria</i>	92
<i>I droni</i>	97
<i>Aerofotografia archeologica</i>	105
<i>Aerei di linea</i>	110
Parte Seconda	
ATTINENZE ALL'ABBIGLIAMENTO	
<i>Introduzione: la lana e la guerra</i>	121
<i>Il trench</i>	138
<i>Cerniera lampo</i>	149
<i>Il reggiseno</i>	154
<i>Gli assorbenti igienici</i>	164



<b>Parte Terza</b>	
<b>ATTINENZE ALL'EDILIZIA ED ALLA MECCANICA</b>	
<i>Introduzione: dalla fortificazione all'edilizia civile</i>	171
<i>L'acciaio inossidabile</i>	201
<i>Le case prefabbricate</i>	203
<i>Il geofono</i>	206
<i>L'orologio da polso</i>	209
<i>Le ferrovie a scartamento ridotto</i>	215
<i>Il treno di rotolamento cingolato</i>	220
<i>L'ammortizzatore idraulico</i>	224
<i>Il siluro</i>	226
<i>Il metal detector</i>	229
 <b>Bibliografia</b>	 233















